

DANIEL MENDONÇA DE ARAÚJO LIMA

**IATF E PERFORMANCE REPRODUTIVA DE FÊMEAS SUÍNAS
SUBMETIDAS A DOIS PROTOCOLOS DE SINCRONIZAÇÃO DA
OVULAÇÃO**

Tese apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Medicina Veterinária, para
obtenção do título de *Doctor
Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2018

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade Federal de
Viçosa - Campus Viçosa

T

L732i
2018

Lima, Daniel Mendonça de Araújo, 1984-
IATF e performance reprodutiva de fêmeas suínas submetidas a
dois protocolos de sincronização da ovulação / Daniel Mendonça de
Araújo Lima. - Viçosa, MG, 2018.
vii, 60f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: José Domingos Guimarães.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Suínos - Inseminação artificial. 2. Ovulação - Indução.
3. Suínos - Reprodução. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Veterinária. Programa de Pós-Graduação em
Medicina Veterinária. II. Título.

CDD 22. ed. 636.08245

DANIEL MENDONÇA DE ARAÚJO LIMA

**IATF E PERFORMANCE REPRODUTIVA DE FÊMEAS SUÍNAS
SUBMETIDAS A DOIS PROTOCOLOS DE SINCRONIZAÇÃO DA
OVULAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 27 de fevereiro de 2018.



Giancarlo Magalhães dos Santos



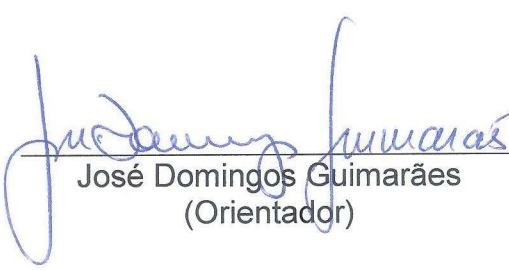
Jurandy Mauro Penitente Filho



Ciro Alexandre Alves Torres



Eduardo Paulino da Costa
(Coorientador)



José Domingos Guimarães
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Ao Pai Celestial, e a todos os bons espíritos que me acompanham. À minha família, especialmente, meus pais Túlio e Vânia e irmãos Rodrigo e Tavinho, pelo núcleo familiar que nos proporciona tranquilidade e sustentação. Ao meu amor, companheira e amiga Carolina, pela força, dedicação e carinho que me ajudam a seguir em frente, pois tenho alguém especial. Aos meus amigos de Barbacena pelos conselhos e pelos momentos de distração a cada farra.

Às amigas do Thiago, do Breno e do Ítalo, que conviveram comigo e permitiram meu crescimento não só como profissional, por sermos da mesma área de atuação, mas também como pessoa. Ao professor José Domingos pela oportunidade, apoio, orientação e ensinamentos dia a dia e também, à família reprodutiva pelo convívio e amizade verdadeira que levarei por toda a vida. Aos meus amigos Rogério e Hugo por serem meus mentores, fazendo com que hoje seja possível a conclusão desta etapa.

À Rosi, pela boa vontade de sempre em resolver todos os problemas. Aos amigos e colegas, da Granja de Melhoramento de Suínos, professores, funcionários, pós-graduandos e estagiários, pela compreensão e dedicação ao longo destes sete anos e com certeza, dessa convivência levo muitas amizades e aprendizado. À Granja Bom Jardim, principalmente ao proprietário Afrânio e ao gerente Ronaldo pelo apoio na execução do projeto e a CAPES pelo apoio financeiro.

SUMÁRIO

Resumo	iv
Abstract.....	vi
1. Introdução Geral.....	1
2. Revisão Bibliográfica	2
2.1 Endocrinologia do ciclo estral	2
2.1.1 Proestro e estro	3
2.1.1.1 Mecanismos de ações hormonais durante o proestro e o estro	4
2.1.1.2 Ação hormonal mediada por receptores transmembrana.....	7
2.1.1.3 Ação hormonal mediada por receptores nucleares	8
2.1.2 Metaestro e diestro	9
2.2. Os indutores da ovulação	10
2.3. Inseminação artificial em tempo fixo (IATF).....	11
2.4. Referencias Bibliográficas	13
3. Fatores que podem interferir no sucesso da inseminação artificial em tempo fixo (IATF) na suinocultura	19
4. Avaliação da performance reprodutiva de fêmeas suínas submetidas a diferentes protocolos de sincronização da ovulação	41
Resumo	41
Introdução.....	42
Material e Método.....	43
Resultados.....	46
Discussão	51
Considerações Finais	55
Referências Bibliográficas	55

RESUMO

LIMA, Daniel Mendonça de Araújo, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2018. **Iatf e performance reprodutiva de fêmeas suínas submetidas a dois protocolos de sincronização da ovulação.** Orientador: José Domingos Guimarães. Coorientadores: Eduardo Paulino da Costa, Leandro Licursi de Oliveira, Rogério Oliveira Pinho.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a eficácia de dois fármacos indutores de ovulação por meio da resposta das fêmeas quanto à ovulação pós-desmame, taxa de prenhez, taxa de parto, número de leitões nascidos, número de leitões nascidos vivos e peso da leitegada ao nascimento. Além disso, objetivou-se também, apresentar alguns desafios na implementação da inseminação artificial em tempo fixo (IATF) nos programas reprodutivos para que, a partir do entendimento mais detalhado de fatores que influenciam no êxito desta biotécnica, a mesma possa ser de fato, uma ferramenta de auxílio para o manejo reprodutivo na suinocultura brasileira. Desta forma, a primeira parte discorre em uma breve revisão a fisiologia da ovulação em fêmeas suínas, e alguns protocolos disponíveis atualmente no mercado, além de apresentar uma busca por alternativas de protocolos que seja possível proporcionar a redução da variabilidade referente ao intervalo início do estro e o momento da ovulação, a fim de possibilitar redução do número de doses/fêmea/estro e também, otimizar o manejo de detecção de estro e inseminações, bem como concentrar os partos de forma planejada. A segunda parte é uma revisão bibliográfica que relata via abordagem alternativa, como alguns fatores podem influenciar na saúde reprodutiva das porcas no momento em que a indução hormonal é realizada, podendo prejudicar a eficácia do tratamento, visto que na escala de prioridade fisiológica, a reprodução encontra-se em um nível que sofre maiores desequilíbrios. Na terceira parte, é apresentado os resultados do presente estudo, em que o uso dos análogos de GnRH acetato de buserelina e acetato de triptorelina influenciaram nas taxas ovulatória e reprodutiva das fêmeas suínas. As fêmeas foram divididas em 3 grupos: Controle (n=23; C), onde as fêmeas foram inseminadas conforme o protocolo da granja; Buserelina (n=25; B), onde as fêmeas receberam uma aplicação hormonal, via intramuscular 80-82 horas após o desmame e foram inseminadas 30-32 horas após a indução hormonal, e triptorelina (n=25; T), onde as fêmeas receberam uma aplicação hormonal via intravaginal 96 horas após o

desmame e foram inseminadas 24 horas após a aplicação. Não houve diferença entre os grupos para o intervalo do desmame à ovulação ($p>0,05$), no entanto, as fêmeas de T e B tiveram concentrações das ovulações em menor período que as fêmeas de C ($p<0,05$). O tratamento T mostrou-se mais eficiente em induzir a ovulação em menor período após a aplicação hormonal em comparação ao tratamento B ($p<0,05$). Com relação às taxas de prenhez e de parto, os valores médios obtidos nos diferentes tratamentos não diferenciaram entre si ($p>0,05$), porém, quando avaliado o número de leitões nascidos (LN) e o número de leitões nascidos vivos (NV), o tratamento B apresentou melhores resultados que os tratamentos C e T para LN e melhor do que o tratamento C para NV ($p<0,05$). O uso de protocolos de indução de ovulação foi eficaz em concentrar os partos das porcas em menor período e aumentar o número de leitões nascidos vivos e totais quando comparadas às fêmeas não tratadas. Portanto, sendo uma alternativa biotecnológica para utilização em granjas comerciais no intuito de otimizar o manejo nas diferentes fases de produção, com a redução do número de doses/fêmea/ano e redução da mão-de-obra para detecção de estro e inseminação artificial, e consequentemente redução no custo da inseminação artificial. Entretanto, é necessário conhecer e respeitar a fisiologia dos animais, para que o controle de fatores, sejam extrínsecos ou intrínsecos, seja efetivo em regular a resposta das fêmeas aos tratamentos.

ABSTRACT

LIMA, Daniel Mendonça de Araújo, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2018. **FTAI AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF FEMALE SWINE SUBMITTED TO TWO OVULATION SYNCHRONIZATION PROTOCOLS.** Adviser: José Domingos Guimarães. Co-advisers: Eduardo Paulino da Costa, Leandro Licursi de Oliveira, Rogério Oliveira Pinho.

The aim of the study was to evaluate the efficacy of two drugs used to induce ovulation through the response of females to the ovulation after weaning, pregnancy rate, birth rate, number of piglets born, number of piglets Born alive and litter birth weight. We also aimed to present some challenges in the implementation of time fixed artificial insemination (FTAI) in reproductive programs so that from better understanding the factors that influence the success of this biotechnology, which can become in fact an aid tool for the reproductive management in Brazilian pig farms. In this way, the first part consists of a brief review of ovulation physiology in pig females and some protocols available on market nowadays, besides present a search of alternative of protocols to be viable to reduce the variance regarding to heat start interval and moment of ovulation, in order to decrease the number of doses/sow/estrus and also optimize estrus detection management and inseminations, as well as to concentrate births in a planned way. The second part is a bibliography review which reports through an alternative approach how some factors can influence the reproductive health of sows at the moment when the hormonal induction is realized, being able to damage treatment efficacy, since in the scale of physiological priority, the reproduction is found in a level that suffer more instabilities. In the third part we present the results of the study, in which the use of GnRH analogues, such as buserelin acetate and triptorelin acetate, influencing ovulation and reproductive rates of sows. Females were shared in three treatments: control (n=23;C) in which sows were inseminated according to the standard protocol of the farm, buserelin acetate (n=25; B) where sows received one intramuscular hormonal application 80-82 hours after weaning and were inseminated 30-32 hours later, and triptorelin acetate (n=25; T), where sows received one intravaginal application 96 hours after weaning and were inseminated 24 hours after that. No differences were found between the groups regarding to weaning to ovulation interval ($p>0.05$), how

ever sows from groups T and B presented concentration of ovulations in shorter period compared to sows of group C ($p<0.05$). Treatment T proved to be more efficient in ovulation induction in a shorter period after the hormonal application compared to treatment B ($p<0.05$). Regarding to pregnancy and birth rates, the average values obtained in all treatments did not differ ($p>0.05$), meanwhile when number of piglets (LN) and number of piglets born alive (NV) were evaluated, treatment B showed better results than treatments C and T for LN and higher than C for NV ($p<0.05$). The use of induction ovulation protocols was effective to concentrate births of sows in a shorter period and increase the number of piglets born alive and total born when compared to sows from non-treated females. Therefore, it becomes a biotechnological alternative for use in commercial pig farms in order to optimize the management at different production stages, decreasing the number of doses/sow/year and reducing the labor requirements for estrus detection and artificial insemination, and consequently reduction in cost of artificial insemination. However, it is necessary to know and respect animals' physiology, so that the control of factors, whether extrinsic or intrinsic is efficient in regulating the response of sows to treatments.

1. Introdução Geral

Para que as metas de produção sejam atingidas, no que se refere à eficiência reprodutiva da fêmea suína, são analisados paralelamente inúmeros fatores que estão envolvidos de maneira interativa, que também podem influenciar na obtenção dos alvos estabelecidos (Moretti *et al.*, 2013). Desta forma, ao implementar uma nova biotecnologia dentro de um sistema que agrega diversos programas e manejos diferenciados, torna-se necessário conhecer e entender esses fatores. Neste contexto, as funções reprodutivas das porcas podem ser influenciadas pelo, status metabólico (Soede *et al.*, 2011), sazonalidade (Zanardo, 2016), instalações e ordem de parto (Jong, 2014), período de lactação (Rossi *et al.*, 2009; Hidalgo *et al.*, 2014) e manejo, onde os animais se sentem estressados na presença dos tratadores (Hemsworth, 2003; Kirkden *et al.*, 2013), este, sendo cada vez mais relevante, devido à crescente demanda de consumidores interessados no manejo pré abate dos animais. Assim, o treinamento ou a capacitação dos funcionários nas granjas torna-se mais um grande desafio não só na suinocultura, mas em toda a cadeia de produção animal.

Deste modo, torna-se difícil obter uma homogeneidade nas coberturas, visto que as fêmeas podem estar inseridas em diferentes classes de ordem de parto, condição nutricional, dentre outras variáveis já mencionadas. Assim sendo, pesquisas aplicadas nas áreas de fisiologia, nutrição, genética, comportamento animal, meio ambiente e instalações nos últimos 40 anos, vêm sendo desenvolvidas, não somente para alcançar à alta prolificidade das fêmeas, mas também, atender as várias práticas relacionadas à gestão e tecnologias, que têm aumentado significativamente a eficiência reprodutiva dos planteis (Kraeling e Webel, 2015).

Neste sentido, é possível lançar mão de uma importante ferramenta, utilizada a fim de proporcionar otimização no processo produtivo, por meio da manipulação hormonal do início do crescimento folicular, permitindo a realização de uma única inseminação em momento predefinido, sem que haja a necessidade da detecção do estro, o que possibilita redução da mão de obra no setor da gestação, alocando-a em outros setores de maior demanda na granja.

Devido ao fato do estro das fêmeas suínas ser caracterizado por um período de longa duração e, o momento da ovulação possuir grande variabilidade, torna-se

necessário a realização de múltiplas inseminações em intervalos que assegurem a manutenção de número de células espermáticas viáveis no reservatório espermático no momento da ovulação, o que eleva o número de espermatozoides utilizados por fêmea/estro. Desta forma, algumas doses inseminantes podem ser utilizadas em períodos desnecessários, representando aumento de custo no processo de inseminação (Ulguim *et al.*, 2014).

Assim, em função do elevado número de doses e células espermáticas utilizadas por fêmea na inseminação artificial convencional, estratégias que buscam reduzir o número de células espermáticas/fêmea/ano, associadas à redução do número de doses/fêmea/estro (Bortolozzo *et al.*, 2011), através da manipulação do momento da ovulação por meio da utilização de hormônios indutores, permite a redução da variabilidade do momento deste evento, por possibilitar a realização de uma única inseminação artificial em tempo fixo, no período mais próximo à ovulação (Cassar *et al.*, 2005). Portanto, no presente estudo objetivou-se avaliar a eficácia de duas classes de hormônios indutores da ovulação sobre o desempenho reprodutivo de fêmeas suínas, além de apresentar alguns desafios na implementação da IATF nos programas reprodutivos.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Endocrinologia do ciclo estral

As funções reprodutivas das fêmeas suínas são controladas pelo eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal, onde os núcleos hipotalâmicos são responsáveis pela síntese e liberação do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), esta, estimula as células basais da hipófise anterior ou adeno-hipófise a produzir e liberar os hormônios gonadotrópicos - hormônio folículo-estimulante (FSH) e o hormônio luteinizante (LH) - que estimulam a gônada feminina a produzir e liberar os hormônios esteroides gonadais. Diversos hormônios estão compreendidos quanto à endocrinologia reprodutiva das porcas, compondo assim, uma cascata de reações controladas por *feedbacks* positivos e negativos que resultam nos processos fisiológicos ligados ao ciclo reprodutivo (Kraeling e Webel, 2015).

A fêmea suína é classificada como poliestrica anual ou contínua, isto é, apresentam ciclos estrais durante todo ano, com duração média de 21 dias, sendo

uma fase folicular com duração de 4 a 5 dias, onde o número e a qualidade dos folículos no início desta fase são determinados por processos que ocorrem na fase pré-folicular, e uma fase luteal com duração de 15 a 17 dias (Borchardt Neto *et al.*, 2005). A fase folicular é o período que se inicia com a regressão do corpo lúteo e se estende até a ovulação, sendo subdividida em proestro e estro. Nesta última, os folículos em desenvolvimento aumentam a síntese e liberação de estradiol, provocando alterações anatômicas e comportamentais na fêmea (Fries, 2010).

2.1.1. Proestro e estro

Partindo do princípio que o início do proestro define o começo do ciclo estral 5 a 6 dias após o fim da fase lútea, que é a fase que ocorre o início do desenvolvimento folicular, sendo que a qualidade dos folículos no início desta fase é determinada por processos que ocorrem na fase pré-folicular (Stabenfeldt *et al.*, 2004).

No início da fase folicular ou, possivelmente, no fim da fase pré-folicular, dependendo das concentrações periféricas de progesterona ou dos efeitos da lactação (duração da lactação, balanço energético negativo e intensidade das mamadas), o *pool* dos maiores folículos (geralmente 2-4 mm) são recrutados e começam a se desenvolver. Os folículos recrutados ainda podem sofrer atresia durante a fase folicular, mas uma vez selecionado, escapam da atresia e, ovulam com diâmetro de 7-8 mm (Knox, 2005).

Assim, após o desmame dos leitões, o padrão secretório de GnRH/LH muda para pulsos de menor frequência e maior amplitude para um padrão em maior frequência e menor amplitude, momento no qual ocorre o domínio folicular. Já durante toda a fase folicular até o início do estro, ocorre o processo de seleção folicular.

O estro pode ocorrer antes, durante ou após a onda pré-ovulatória de gonadotrofinas, no entanto, a maioria das vezes ocorre no momento pré-ovulatório, com a fêmea apresentando sinais característicos como reflexo de tolerância ao macho sexualmente maduro ou reflexo de tolerância ao homem. Na presença de um macho adulto, as fêmeas apresentam arqueamento da coluna vertebral e orelhas eretas (Viana *et al.*, 1999). Além disso, nesta fase do ciclo estral as porcas ficam mais agitadas e apresentam hiperemia vulvar. O período médio de receptividade

sexual em porcas adultas é de 40 à 60h, porém, pode apresentar amplitude maior, variando entre 24h até 96h (Hafez e Hafez, 2004). Além disso, a duração média do estro subsequente é parecida no rebanho, mas isso não vale para o indivíduo (Soede *et al.*, 2011). Conforme Soede e Kemp (1997) apenas 29% das fêmeas repetem a mesma duração do estro. Estas variações podem ser explicadas parcialmente por alguns fatores relacionados ao genótipo, ordem de parto, duração da lactação, intervalo desmame-estro, manejo utilizado para a detecção do estro, estimulação do macho e também pela estação do ano.

Segundo Alvarenga *et al.* (2005) a fêmea suína, em geral, ovula no terço final do estro. Desta forma, como existe grande oscilação quanto à duração desta fase do ciclo estral, por conseguinte, a variabilidade no momento da ovulação é inevitável. Mesmo que o momento médio de ovulação esteja em torno de 37 a 45 horas após o início do estro, a amplitude pode variar de 8 a 85 horas, o que dificulta a adoção de protocolo fixo de inseminação (Borchardt Neto *et al.*, 2005) sem a adoção de fármacos que induzem a ovulação.

2.1.1.1. Mecanismos de ações hormonais durante o proestro e o estro

Os folículos ovarianos crescem independente de gonadotrofinas durante o proestro, na fase pré-antral, porém, a partir desta fase é necessário que os receptores foliculares iniciem a expressão para FSH nas células da granulosa e para LH nas células da teca (Kirkwood *et al.*, 2012). A partir disso, sobre influência do LH, as células da teca são estimuladas a sintetizarem andrógenos, que por sua vez, difundem-se para as células da granulosa e são convertidos em estrógenos (Ding e Foxcroft, 1994), estes assumem a responsabilidade de estimular divisões mitóticas das células foliculares, além de aumentarem a expressão de receptores adicionais para FSH à medida que os folículos se desenvolvem (Knox, 2005).

O LH é essencial não só para a ovulação e luteinização do folículo dominante, mas também para o crescimento normal e desenvolvimento de um folículo dominante competente. A ação de LH nas células da teca é uma forma importante para regular o desenvolvimento folicular. O LH estimula a expressão de enzimas esteroidogênicas, incluindo StAR (proteína reguladora aguda esteroidogênica) e CYP17A1 (P450_{c17}), que são essenciais para a produção de andrógenos pelas células da teca a partir da pregnenolona. (Magoffin *et al.*, 1989).

In vivo as células da granulosa são uma importante fonte de pregnenolona, precursor para a secreção de androstenediona tecal. Fortune (1986) observou que a concentração de pregnenolona em fluido folicular de folículos em proestro é duas vezes maior que a concentração de progesterona, sendo assim consistente com a ideia de que as células da granulosa fornecem progestina à teca na forma de pregnenolona. Estes resultados apontam um potencial papel para o estradiol no aumento da produção de pregnenolona, sugerindo que o estradiol exerce um *feedback* positivo dentro do folículo pré-ovulatório sobre a sua própria produção através da inibição da conversão de pregnenolona em progesterona pelo 3 β -hidroxiesteróide desidrogenase (3 β -HSD).

O estradiol-17 β é sintetizado a partir da androstenediona pelo citocromo P450aromatase (P450_{arom}), que é regulada pelo FSH e LH (Zelevink e Benyo, 1994). Com isso, a produção de estrógeno aumenta e estimula as células a sofrerem divisões mitóticas, e assim, os folículos crescem em tamanho conforme a granulosa prolifera-se em resposta ao seu próprio produto secretório. Outro efeito do estrógeno é a formação de receptores adicionais para FSH nas células da granulosa conforme o folículo se desenvolve (Hafez & Hafez, 2004). Além disso, a presença de estrógenos aumenta a capacidade do hipotálamo a sintetizar e liberar GnRH que por sua vez estimula a hipófise a liberar gonadotrofinas, mecanismo conhecido como *feedback* positivo.

Adicionalmente, as células da granulosa dos folículos em desenvolvimento são responsáveis também, pela síntese de inibina, hormônio que em concentrações plasmáticas elevadas inibem o desenvolvimento de outros folículos que não assumiram a dominância devido ao *feedback* negativo sobre a síntese e liberação do hormônio FSH, reduzindo sua concentração. Assim, com o aumento do número das células da granulosa devido às divisões mitóticas na fase folicular do ciclo estral, a quantidade de inibina aumenta gradativamente. No entanto, devido ao maior número de receptores de FSH que um folículo dominante apresenta em relação aos outros folículos, faz com que ocorra compensação às baixas concentrações de FSH, progredindo em seu desenvolvimento. Além disso, à medida que o folículo antral se desenvolve, o estrógeno e o FSH estimulam a síntese de receptores de LH na membrana das células da teca, enquanto os receptores de FSH nas células da granulosa começam a diminuir (Stabenfeldt *et al.*, 2004).

Deste modo, o LH é o hormônio responsável pelo desenvolvimento final dos folículos em fêmeas suínas, fase em que ocorre aumento na síntese e secreção de estrógeno pelo folículo antral, o que sinaliza ao hipotálamo e adeno-hipófise, o estágio de maturação folicular, resultando em um pico de LH em torno de 30 ± 3 horas pré-ovulação, no intuito de induzir alterações foliculares que resultam na ruptura e liberação do ovócito (Foxcroft *et al.*, 2006). Essas alterações foliculares são então ocasionadas pela ação de substâncias produzidas pelas células da granulosa que afetam a integridade das células da teca (Bortolozzo *et al.*, 2007). Tais substâncias, relaxina, $PGE_2\alpha$ e $PGF_2\alpha$ são os hormônios sintetizados pelas células da granulosa que levam à desintegração do tecido conjuntivo da teca mediante a ativação de enzimas hidrolíticas, como a collagenase e a elastase (Pena *et al.*, 1998).

O período do processo ovulatório tem duração média de 3,8 horas (Hafez e Hafez, 2004), com as fêmeas suínas ovulando de 15 a 30 ovócitos a cada ciclo estral, com folículos de 7-8 mm de diâmetro em média (Soede *et al.*, 2011). Após a ocorrência deste evento, acontece o início do processo de luteinização, o que transforma as células secretoras de estrógeno em secretoras de progesterona (Stabenfeldt *et al.*, 2004).

Basicamente existem cinco grupos químicos de hormônios: os peptídeos, onde o principal hormônio de interesse reprodutivo é o GnRH, os protéicos, que têm como representantes o FSH e o LH, as catecolaminas (T3, melatonina, dopamina e a epinefrina), os esteróides, (estrógenos, testosterona, androstenediona e progesterona) e os derivados do ácido araquidônico ($PGF_2\alpha$) (Brent, 1991).

Independente do grupo, todos os hormônios atuam através de receptores específicos, que estão presentes unicamente nas células-alvo. Os receptores são proteínas que têm sítios de união aos quais se ligam os hormônios, provocando mudanças conformacionais que geram uma série de reações modificadoras do metabolismo da célula-alvo. O número de receptores varia em cada tipo de célula, variando portanto, o grau da resposta de cada célula à ação hormonal (McDonald e Pineda, 1991).

Existem dois mecanismos básicos da ação hormonal, os hormônios esteróides e tireoidianos podem atravessar as membranas plasmáticas e seus receptores se localizam no núcleo; a interação hormônio-receptor nuclear altera diretamente a transcrição de genes específicos. Já os hormônios peptídicos,

catecolaminas e os protéicos não podem penetrar as membranas plasmáticas das células, assim, seus receptores se localizam na membrana das células- alvo. A união do hormônio ao seu receptor específico causa uma mudança na conformação da proteína receptora levando à geração de segundos mensageiros que regulam uma reação enzimática específica, ou modificam a velocidade de transcrição de genes específicos (Hadley, 1984).

O mecanismo de ação dos hormônios que atuam através de segundo mensageiro é mais rápido que o mecanismo de ação dos hormônios que conseguem atravessar as membranas plasmáticas, uma vez que os primeiros não necessitam entrar na célula, enquanto que os segundos devem atravessar a membrana plasmática e o citosol até chegar ao núcleo, demandando tempo para a síntese de mRNA no núcleo e para a subsequente síntese de proteínas nos ribossomos (O'Malley, 1991).

2.1.1.2. Ação hormonal mediada por receptores transmembrana

Os mecanismos que envolvem os complexos regulatórios localizados nas membranas plasmáticas podem inibir ou estimular a enzima que forma o cAMP, a adenilciclase. Desta forma, existem dois sistemas paralelos, um estimulatório (Gs) e outro inibitório (Gi). Os complexos regulatórios são trímeros com subunidades, α , β e γ , que reagem com outro nucleotídeo (GTP) e regulam a atividade da adenilciclase. A proteína estimulatória G (Gs) está localizada do lado citossólico da membrana plasmática, e quando se une ao GTP estimula a produção de cAMP, mediante a ativação da adenilciclase (Linder e Gilman, 1992).

A proteína Gs pode agir em duas formas, quando a subunidade α está ocupada por GTP, a proteína Gs ativa a adenilciclase. Isto ocorre pela união do hormônio ao receptor específico na membrana plasmática. Quando a subunidade α está unida a GDP, a proteína Gs está inativa. Ocorrendo a união hormônio-receptor, se catalisa a fosforilação de GDP da subunidade α para formar GTP, ativando a proteína Gs. Simultaneamente, as subunidades β e γ da Gs se dissociam da subunidade α . A $G\alpha$ unida a GTP se desloca na membrana desde o receptor até uma molécula de adenilciclase. Quando a $G\alpha$ se reassocia com as subunidades β e γ , então a Gs torna-se disponível para uma nova interação com o complexo hormônio-receptor (Linder e Gilman, 1992).

Assim, a molécula de Gs α ativa, leva à síntese de muitas moléculas de cAMP, mediante a ativação da adenilciclase. Dentro da célula, o cAMP se une a uma enzima proteína-quinase dependente de cAMP (proteína-quinase-A -PKA), proteína composta por duas subunidades regulatórias (RR) e duas subunidades catalíticas (CC). A ação do cAMP é separar o tetrâmero inativo R₂C₂, para produzir duas subunidades catalíticas (2C) ativas (Krebs, 1989).

O cAMP tem uma meia-vida curta, sendo degradado no interior das células pela ação da enzima fosfodiasterase (PDE), a qual rompe a estrutura cíclica do cAMP produzindo 5'-AMP, metabólito inativo. Existem três tipos de fosfodiasterases: uma regulada por Ca²⁺-calmodulina, outra regulada por hormônios e outra ativada por cGMP. Por outro lado, a fosfodiasterase pode ser inibida por metilxantinas (caféina, teofilina), que evita a degradação do cAMP na célula e potencializa a ação dos agentes que atuam através do cAMP. O FSH, LH, GnRH e hCG têm o cAMP como segundo mensageiro (Rasmussen, 1989).

Existem alguns hormônios que atuam inibindo a enzima adenilciclase, diminuindo, portanto, os níveis de cAMP dentro da célula e evitando a fosforilação de proteínas específicas. Estes hormônios, quando se unem a seu receptor específico na membrana, ativam uma proteína G inibidora (Gi), a qual é estruturalmente homóloga à proteína G estimulatória (Gs). A proteína Gi atua de forma similar à Gs, unindo-se a GTP para ativar-se, porém tendo o efeito oposto, isto é, ao invés de estimular, inibe a adenilciclase. Entre os hormônios que atuam mediante este mecanismo estão: catecolaminas α -adrenérgicas, insulina, somatostatina, PGE₁, PGE₂, além de outras substâncias, tais como opiáceos e agonistas colinérgicos muscarínicos (acetilcolina) (Krebs, 1989).

Além disso, existem hormônios que têm um mecanismo de ação um pouco diferente quando se unem a seu receptor. Isso ocorre através de outro segundo mensageiro, o Inositol-3-fosfato (IP₃), que catalisam a troca de um GTP por um GDP na proteína Gp da membrana (uma proteína similar à proteína Gs) tornando-a ativa. A proteína Gp ativa, pode estimular a enzima fosfolipase C da membrana, a qual hidrolisa o inositol-2-fosfato em IP₃ e DAG (Berridge & Irvine 1989).

O DAG ativa uma proteína quinase dependente da fosfolipase-C (proteína-quinase C) aumentando a mobilidade do (IP₃). Este, estimula a saída de Ca²⁺ do retículo endoplasmático para o citoplasma, resultando em síntese e secreção de LH e/ou FSH, sendo que a presença de estrógenos aumenta a capacidade do GnRH de

liberar gonadotrofinas, enquanto a progesterona diminui esta capacidade (Benites et al., 2006).

2.1.1.3. Ação hormonal mediada por receptores nucleares

Hormônios que possuem moléculas lipofílicas atuam através de receptores nucleares e atravessam a membrana plasmática por difusão simples, entram no citoplasma e alcançam diretamente o núcleo. O complexo hormônio-receptor ativado se une a regiões específicas do DNA para ativar ou inativar genes. A habilidade de um hormônio para alterar a expressão de um gene em uma determinada célula depende da sequência exata do elemento sensível a hormônio (HRE) e sua posição relativa no gene. Além de sua união ao DNA e ao hormônio, os receptores nucleares têm domínios que interatuam com elementos da transcrição, que afetam a velocidade da ação hormonal. A ação hormonal afeta seletivamente a transcrição e a produção do mRNA respectivo (Crapo, 1985).

2.1.2. Metaestro e diestro

No metaestro, há o desenvolvimento inicial do corpo lúteo (CL) e o diestro, a fase mais longa do ciclo estral, com duração média de 15 a 17 dias, é o período de fase madura do CL (Jones et al., 2007).

Após a ovulação, as células da granulosa e da teca que revestem os folículos passam por uma hipertrofia e hiperplasia significativas, formando pregas irregulares que ocupam o lúmen do folículo rompido ocupado por sangue (corpo hemorrágico), os vasos da camada da teca rapidamente crescem na massa de células proliferativas e vascularizam a massa, formando o CL, que então começa a secretar quantidades crescentes de progesterona sob a influência dos níveis decrescentes de LH, atingindo o maior nível de 8 a 9 dias após a ovulação (Soede et al., 2011).

Deste modo, durante o metaestro, as concentrações de estrógenos chegam a níveis basais e os corpos hemorrágicos começam a produzir progesterona. O diestro é caracterizado pela produção de níveis máximos de progesterona nos dias 12 a 14 do ciclo. A regressão luteal inicia no dia 15 a 16 do ciclo com a progesterona atingindo níveis basais nos dias 17 a 18 do ciclo, caracterizando o reinício do ciclo.

Quando não ocorre a gestação, o CL sofre lise levando a um declínio nos níveis de progesterona (Jones et al., 2007). A PGF2 α secretada pelo endométrio difunde-se por fluxo de contracorrente até a artéria ovariana adjacente, induzindo a lise do CL e início de um novo ciclo (Bortolozzo et al., 2011). Apenas no 12°-13° dia após a ovulação o CL se torna sensível à ação de prostaglandinas, com a luteólise ocorrendo por volta da 15° dia após ovulação (Soede et al., 2011). Assim, tanto no metaestro, quanto no diestro o principal hormônio atuante é a progesterona, que tem ação nas células hipotalâmicas bloqueando a síntese e liberação de GnRh e consequentemente a liberação das gonadotrofinas hipofisárias.

Nas células da teca, ainda sob influencia do LH, o colesterol é transportado para a mitocôndria pela *Star* e é convertido em pregnenolona pela P450_{scc} que é metabolizada em progesterona pela 3 β -HSD e em uma série de substratos que culminam com a produção de andrógenos. Esses níveis de progesterona aumentam devido ao bloqueio da expressão das enzimas P450_{c17} e P450_{arom}, a primeira, responsável pela conversão de pregnenolona em andrógeno nas células da teca e a segunda, responsável pela conversão de andrógeno em estrógeno nas células da granulosa (Xu et al., 1995).

2.2. Indutores da ovulação

Para que seja possível induzir a ovulação é necessário utilizar fármacos que possuem ações básicas de estimularem ou regularem a atividade funcional dos ovários, onde possuem receptores específicos. De forma geral, hormônios são substâncias químicas sintetizadas por glândulas endócrinas que podem ser compostos peptídicos, glicoproteínas ou ainda esteroides, com receptores na membrana das células alvo ou intracelulares (Hafez e Hafez, 2004).

No entanto, algumas consequências podem ser observadas quando tais compostos exógenos são utilizados por profissionais não treinados ou de forma indiscriminada, podendo refletir tanto no desempenho imediato, quanto no desempenho produtivo subsequente, tendo potencial a levar descartes precoces de matrizes e consequente redução da produtividade do plantel, demonstrando a importância do manejo correto quanto às dosagens e momento de aplicação desses produtos (Kirkwood et al., 2012).

No Brasil e na América do Sul como um todo, indutores de ovulação ainda são pouco utilizados quando comparado com a indústria europeia e também com os EUA (Brussow *et al.*, 2009). No entanto, os fármacos não podem substituir nem corrigir problemas de manejo e sim, atuarem como ferramenta de auxílio, uma vez que existe a possibilidade de reduzir custos durante o processo de produção com mão de obra, número de reprodutores no inventário e/ou também, com a redução na necessidade de doses inseminantes. Assim, uma avaliação na relação custo-benefício deve ser realizada antes da implantação de protocolos hormonais (Cassar, 2009).

Portanto, o emprego de hormônios para indução e consequente sincronização da ovulação em matrizes suínas, com o objetivo de realizar uma única inseminação em um momento pré-determinado, caracteriza-se em uma prática facilitadora do manejo reprodutivo. Os benefícios em relação à sua utilização associam-se ao aproveitamento mais rápido da vida reprodutiva da fêmea, controlando a idade das marrãs destinadas à reposição, além de proporcionar a formação de grupos de fêmeas programados, facilitando, não só as inclusões mais direcionadas, homogêneas e ordenadas das matrizes, mas também o manejo produtivo e reprodutivo nas granjas tecnificadas (Wentz *et al.*, 2007). Entretanto, essa prática necessita que os animais estejam saudáveis, em estado corporal e metabólico condizentes à ordem de parto e em situações que é preciso manejo consolidado, não podendo ser direcionada a fim de compensar manejos inadequados (Brussow *et al.*, 2009).

Deste modo, as transformações e progressos no que diz respeito aos protocolos de sincronização da ovulação em fêmeas suínas fazem com que estas biotecnologias sejam introduzidas gradativamente na rotina das granjas comerciais. Porém, é necessário que a implementação destas novas tecnologias seja adaptada e modificada conforme a realidade e necessidade específica de cada granja (Fontana *et al.*, 2014).

2.3. Inseminação artificial em tempo fixo (IATF)

A utilização de protocolos hormonais permite melhor predição do momento da ovulação e a estruturação de protocolos IATF. Os benefícios na aplicação desta biotécnica estão associados ao melhor acompanhamento do processo de

inseminação artificial, melhor aproveitamento da mão de obra, maior incremento genético, redução do número de doses/fêmea/coberta/ano e muitas vezes, a eliminação do manejo de detecção de estro (Fries *et al.*, 2010).

Assim, os protocolos de IATF podem ser classificados de acordo com o momento que determinará a aplicação hormonal e posterior inseminação. Os protocolos que levam em conta o momento do estro têm sido menos pesquisados e trabalhados em relação aos protocolos que consideram o momento do desmame para a aplicação hormonal e posterior inseminação, em relação a uma série de benefícios, deste último, principalmente em relação otimização da mão de obra (Ulguim *et al.*, 2014).

No entanto, é importante enfatizar que existem diversos protocolos de sincronização da ovulação e que existem também, diferenças entre países em relação aos indutores de ovulação comercialmente disponíveis (Rocca *et al.*, 2016). Assim, para otimizar os efeitos dos hormônios exógenos, é necessário o conhecimento do mecanismo relativo ao eixo hipotálâmico-hipofisário-gonadal. Os fármacos comumente utilizados na suinocultura que permitem melhor controle do momento da ovulação são os análogos gonadotróficos (eCG, hCG, pLH) e o hormônio liberador das gonadotrofinas (GnRH) e seus análogos (Moretti *et al.*, 2013).

Em geral, os protocolos mais conservadores de sincronização da ovulação preconizam a utilização de combinações hormonais com o uso de indutores de crescimento folicular e da ovulação. Contudo, a utilização de vários hormônios representa maior custo do protocolo, o que pode inviabilizar a utilização da técnica na rotina das granjas. Neste sentido, tem-se observado nos últimos anos a estruturação de protocolos hormonais que utilizam somente indutores de ovulação em momento predefinido. Em fêmeas desmamadas, o uso destes protocolos é facilitado em função destes animais possuírem o ciclo estral sincronizado ao desmame (Ulguim *et al.*, 2014).

Deste modo, os análogos de GnRH são utilizados próximo à IA para sincronizar e aumentar a taxa de ovulação e os índices de concepção (Fries *et al.*, 2010), pois tem efeito análogo ao LH (Cassar, 2009) ou ao FSH, dependendo do composto utilizado (Maes *et al.*, 2012) ou ainda estimulam a secreção pré-ovulatória de LH (Brüssow *et al.*, 2009). Assim, a utilização do GnRH ou das gonadotrofinas exógenas como fármacos que possam controlar, ou mimetizar a liberação pré-

ovulatória das gonadotrofinas, são tecnologias que permitem manipular o estro e a ovulação, possibilitando a inseminação em tempo fixo (Brussow *et al.*, 2009).

Atualmente, um dos protocolos mais aplicados para controle da ovulação utilizam dosagem única de análogos de GnRH, como a buserelina (Baroncello *et al.*, 2017) e a triptorelina (Knox *et al.*, 2017b) como indutores deste evento. Pesquisas se direcionam tanto na procura pela maior eficiência entre os análogos para induzir a ovulação sem ocasionar perdas reprodutivas, quanto na busca de uma dosagem ideal, além, de tentar estabelecer também, o melhor momento de aplicação hormonal e posterior inseminação a partir do desmame (Driancourt, *et al.*, 2013, Knox *et al.*, 2014, Knox *et al.*, 2017a).

Knox *et al.* (2017b) verificaram melhores resultados com a utilização de 200 µg de triptorelina intravaginal 96 horas após o desmame para sincronizar a ovulação, quando comparados a concentrações inferiores (25 ou 100 µg), com as ovulações ocorrendo em até 48 horas após a aplicação hormonal em (81%) das fêmeas tratadas com triptorelina 200 µg em comparação aos 64 e 63% das fêmeas que receberam triptorelina a 100 e 25µg, respectivamente. No entanto, a taxa de parto e o número de leitões nascidos vivos não diferiram entre os tratamentos. Em outro estudo, Knox *et al.* (2017a) utilizando o mesmo intervalo de aplicação e a mesma concentração hormonal observaram taxa de parto de 82,5%, realizando a inseminação artificial 22 ± 2 h após a aplicação hormonal.

Já em experimento conduzido por Driancourt *et al.* (2013) foi avaliado o efeito de diferentes dosagens do análogo de (GnRH) buserelina (6, 10 e 16 µg) aplicado-o 77 horas após o desmame em porcas multíparas. Os autores não verificaram diferença entre os valores obtidos nos diferentes tratamentos em relação ao período de ovulação após a aplicação hormonal, onde, observou-se que todas as fêmeas tratadas haviam ovulado no intervalo de 32 a 44 horas após a indução.

Na literatura consultada verificou-se resultados semelhantes em relação ao sincronismo e à facilitação quanto à inseminação em tempo fixo, por meio de protocolos que utilizam gonadotrofinas exógenas (Nissen *et al.*, 1995; Brussow *et al.*, 2009; Johnston *et al.*, 2009; Martinat-Botté *et al.*, 2010; Patterson *et al.*, 2010).

Já na utilização de pLH associado ou não com outras gonadotrofinas, os resultados obtidos demonstram maior sincronia e possibilidade de realização de inseminação em tempo fixo, não sendo afetadas as taxas de prenhez, de parto e o tamanho da leitegada (Cassar *et al.*, 2005, 2009; Degenstein *et al.*, 2008; Zak *et al.*,

2010, 2011; Fontana, 2014). Porém, como mencionado anteriormente, é necessária a atenção em relação à acessibilidade aos fármacos comercialmente disponíveis (Rocca *et al.*, 2016).

De acordo com a literatura revisada, pode-se inferir que a decisão quanto à utilização dos hormônios exógenos deve ser isolada, levando em consideração as particularidades de cada granja individualmente, uma vez que inúmeros fatores estão envolvidos de maneira interativa, e podem influenciar na obtenção de metas de produtividade pré-estabelecidas. Além disso, é necessário contar com a disponibilidade de mão de obra qualificada e levar em consideração a categoria animal que irá receber o tratamento. Ressalta-se ainda a importância de considerar o custo do produto em relação aos resultados produtivos obtidos, para que o custo-benefício na utilização de hormônios exógenos seja positivo.

2.4. Referencias Bibliográficas

Alvarenga, M.A.; PAPA, F.O.; Landimalvarenga, F.C.; *et al.* Amides as cryoprotectants for freezing stallion sêmen. A review. **Anim Reprod Sci**, v.89, n.1-4, p.105-113, 2005.

Baroncello, E; Bernardi, M. L.; Kummer, A. D.; Wentz, I.; Bortolozzo, F. P., Fixed - time post - cervical artificial insemination in weaned sows following buserelin use combined with/without eCG. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 52, n. 1, p. 76-82, 2017.

Borchardt Neto, G.; Wentz, I.; Bortolozzo, F.P., Fatores Relacionados com o diagnóstico de estro e momento da ovulação. **In:** Bortolozzo F.P., Wentz I., Bennemann P.E., Bernardi M.L., Wollmann E.B., Ferreira F.M., Borchardt N.G. Inseminação Artificial na Suinocultura Tecnificada. v.2, p.107-126. 2005.

Bortolozzo, F. P.; Wentz, I.; Bernardi, M. L.; *et al.* A fêmea suína gestante. **Série Suinocultura em Ação**, v. 4, 150 p., 2007.

Bortolozzo, F.P.; Sbardella, P.E.; Ferrari, C.V.; *et al.* Inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em suínos: é uma realidade ou apenas ficção? XV Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos. **ABRAVES**, Fortaleza, Ceará. ANAIS: PALESTRAS. p.192-204. 2011.

- Brent, G. A.; Moore, D. D.; Larsen, P.R., Thyroid hormone regulation of gene expression. **Annu. Rev. Physiol.** v.53, p.17-36, 1991.
- Brüssow, K. P.; Schneider, F.; Kanitz, W.; *et al.* Control of Pig Reproduction VIII, **Proceedings...** of the Eight International Conference on Pig Reproduction, Canadá, 2009.
- Cassar, G.; Kirkwood, R.N.; Poljak, Z.; *et al.* Effect of single or double insemination on fertility of sows bred at an induced estrus and ovulation. **J Swine Health Prod**, v.13, p.254–258, 2005.
- Cassar, G. Hormonal Control of Pig Reproduction. **Proceedings...** London Swine Conference, p. 137 – 139, 2009.
- Crapo, L., **Hormones: The messengers of life**, New York, 1985.
- Degenstein, K.L.; O'donoghue; R.; Patterson; J.L.; *et al.* Synchronization of ovulation in cyclic gilts with porcine luteinizing hormone (pLH) and its effect on reproductive function. **Theriogenology**, v.70, p.1075-1085, 2008.
- Ding, J.; Foxcroft, G. R. FSH-stimulated follicular secretions enhance oocyte maturation in pigs. **Theriogenology**, v. 41, p. 1473 – 1481, 1994.
- Driancourt, M.A.; Cox, P.; Rubion, S.; *et al.* Induction of an LH surge and ovulation by buserelin (as Receptal) allows breeding of weaned sows with a single fixed-time insemination. **Theriogenology**, v.80, p.391-399, 2013.
- Fontana, D.L.; Ulguim, R.R.; Sbardella P.E.; *et al.* Fixed-time post-cervical artificial insemination in sowsreceiving porcine luteinising hormone at oestrus onset. **Anim Reprod Sci**, v.144, p.109– 114, 2014.
- Fortune, J. E., Bovine theca and granulosa cells interact to promote androgen production. **Biol. Reprod.** v.35, p.292-299. 1986.
- Foxcroft, G.R.; Dixon, W.T.; Novak, S., The biological basis for prenatal programming of postnatal performance in pigs. **J Anim Sci**, 2006.
- Fries, H.C.C., **Utilização de um análogo do hormônio liberador de gonadotrofinas (lecirelina) na indução e na sincronização da ovulação em porcas.** Dissertação (Mestrado), Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 85p. 2010.
- Hafez, E. S. E.; Hafez, B., Ciclos Reprodutivos. In: HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. **Reprodução Animal**, 7ª edição, p. 55 – 67, Editora Manole, São Paulo, 2004.
- Hadley, E., **Endocrinology**. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, 1984.

- HEMSWORTH, P.H., Human-animal interactions in livestock production. **Appl Anim Behav Sci**, v.81, p.185, 2003.
- Hidalgo, D.M.; Friendship, R.M.; Greiner, L.; *et al.* Influence of lactation length and gonadotrophins administered at weaning on fertility of primiparous sows. **Anim Reprod Sci**, v.149, p.245–248, 2014.
- Johnston, M. E.; Gaines, A. M.; Swanson, M. E.; *et al.* Timed insemination following GnRH agonist administration in weaned sows. **In: International Conference on Pig Reproduction**, p.170, 2009.
- Jong, E., **Weaning practices and culling policy Critical steps for optimal reproductive performance of female breeding pigs**. Tese (Doutorado), Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, 256p. 2014.
- Knox, R. Recruitment and selection of ovarian follicles for determination of ovulation rate in the pig. **Domes Anim Endocr**, v. 29, p. 385 – 397, 2005.
- Knox, R.V.; Taibl, J.N.; Breen, S.M.; *et al.* Effects of altering the dose and timing of triptorelin when given as an intravaginal gel for advancing and synchronizing ovulation in weaned sows. **Theriogenology**, v.82, p.379–386, 2014.
- Knox, R. V.; Esparza-Harris, K. C.; Johnston, M. E.; Webel, S. K. Effect of numbers of sperm and timing of a single, post-cervical insemination on the fertility of weaned sows treated with OvuGel®. **Theriogenology**, v. 92, p. 197-203, 2017a.
- Knox, R. V.; Stewart, K. R.; Flowers, W. L.; Swanson, M. E.; Webel, S. K.; Kraeling, R. R., Design and biological effects of a vaginally administered gel containing the GnRH agonist, triptorelin, for synchronizing ovulation in swine. **Theriogenology**, v.xx, p. xx, 2017b.
- Kirkden, R.D.; Broom, D.M.; Andersen, I.L. Invited review: piglet mortality: management solutions. **J Anim Sci**, 91:3361–89, 2013.
- Kirkwood, R. N.; Althouse, G. C.; Yaeger, M. J.; *et al.* Diseases of the Reproductive System. **In: ZIMMERMAN, J. J.; KARRIKER, L. A.; RAMIREZ, A.; SCHWARTZ, K. J.; STEVENSON, G. W. Diseases of Swine**, p. 329 – 347, 2012.
- Kraeling, R. R.; Webel, S. K., Current strategies for reproductive management of gilts and sows in North America. **J of Anim Sci and Biotech**, v.6, p.3, 2015.
- Krebs, E.G., Role of the cyclic AMP dependent protein kinase in signal transduction. **JAMA** p.1815-1818, 1989.
- Linder, M. E.; Gilman, A. G., G proteins. **Sci. Am.** v.267, p.56-65, 1992.

- Maes, D.; De Jong, E.; Kauffold, J.; Jourquin, J.; Engl, S.; De Kruif, A. Effect of GnRH analogue (peforelin) on subsequent birth weight of piglets. **Proceedings...** 22nd IPVS Congress, KOREA, p. 152, 2012.
- Magoffin D. A., Evidence that luteinizing hormone-stimulated differentiation of purified ovarian thecal-interstitial cells is mediated by both type I and type II adenosine monophosphate-dependent protein kinases. **Endocrinology**, v.125, p.1464–1473.,1989.
- Martinat-Botté, F.; Venturi. E.; Guillouet, P.; *et al.* Induction and synchronization of ovulations of nulliparous and multiparous sows with an injection of gonadotropin-releasing hormone agonist (Receptal). **Theriogenology**, v.73, p.332-342, 2010.
- Mcdonald, L. E.; Pineda, M. H., **Endocrinologia Veterinaria y Reproducción**. 4a edn. Interamericana/McGraw-Hill. México, 1991.
- Moretti, A.S.; Martins, S.M.M.K.; Andrade, A.F.C.; *et al.* Controle farmacológico do ciclo estral. **Rev. Bras. Reprod. Anim**, Belo Horizonte, v.37, n.2, p.213-219, 2013.
- Nissen, A.K.; Lehman-Jensen, H.; Hyttel, P.; *et al.* Follicular development and ovulation in sows:effect of hCG and GnRH treatment. **Act Vet Scand**, v.36, p.123-143,1995.
- O'malley, B. W.; Tsai, S. E.; Bagchi, M., Molecular mechanism of action of a steroid hormone receptor. **Recent Prog. Horm.** v.47, p.1-26, 1991.
- Patterson, J.; Cameron, A.; Smith, T.; *et al.* The effect of PG600 at weaning on primiparous sow performance. **Proceedings**. 21st IPVS Congress, 2010.
- Pena, F. J.; Dominguez, J. C.; Alegre, B.; *et al.* Effect of vulvomucosal injection of PGF₂ α at insemination on subsequent fertility and litter size in pigs under field conditions. **Anim Reprod Sci**, v. 52, p. 63 – 69, 1998.
- Roca, J.; Parrilla, I.; Bolarin, A.; Martinez, E.A.; Rodriguez-Martinez, H., Will AI in pigs become more efficient?. **Theriogenology**, v. 86, n. 1, p. 187-193, 2016.
- Rossi, C.A.R.; Lovatto, P.A.; Lehen, C.R.; *et al.* Indução e sincronização de estro em porcas lactantes através de gonadotrofinas eCG e hCG. **Arch. Zootec**,v.58, p.617-620, 2009.
- Soede, N.M.; Kemp, B., Expression of oestrus and timing of ovulation in pigs. **J. Reprod. Fertil**, v.52, p.91–103, 1997.
- Soede, N.M.; LANGENDIJKB, P.; KEMPA, B.Reproductive cycles in pigs. **Anim Reprod Sci**, v.124, p251–258, 2011.

- Stabenfeldt, G. H.; Davidson, A. P.; Brinsko, S. P. Reprodução e Lactação – Secção VI. In: CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**, 3^o ed, Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2004,p. 385–431.
- Ulgum, R.R.; Fontana, D.L.; Rampi, J.Z.; *et al.* Use of Porcine Luteinizing Hormone at Oestrous Onset in a Protocol for Fixed-Time Artificial Insemination in Gilts. **Reprod Dom Anim**, 2014.
- Viana, C. H. C.; Silveira, P. R. S.; Moretti, A. S.; Rodrigues, P. H. M., Relações entre as características intervalo desmame-cio, duração do cio e momento da ovulação diagnosticado pela ultra-sonografia em fêmeas da espécie suína. **Braz J of Vet Resand Anim Sci**, v. 36, 1999.
- Wentz, I.; Gava, D.; Bortolozzo, F.P. Hormonioterapia como ferramenta no manejo reprodutivo dos suínos. In: Congresso Brasileiro De Veterinários Especialistas Em Suínos, 13, 2007, Florianópolis. **Anais**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, p. 139-154, 2007.
- Xu, Z. Z., H. A. Garverick, G. W. Smith, M. F., *et al.*, Youngquist. Expression of messenger RNA encoding cytochrome P450 side chain cleavage, cytochrome P450 17a-hydroxylase and cytochrome P450 aromatase in bovine follicles during the first follicular wave. **Endocrinology**. v.136, p.981-989, 1995.
- Zanardo, J. A., **Desempenho reprodutivo de varrões e matrizes suínas de diferentes linhagens durante as estações do ano**, Tese (Doutorado), Universidade Federal de Uberlândia, 94p. 2016.
- Zak, L. J.; Patterson, J.; Hancock, J.; *et al.*, Benefits of synchronizing ovulation with porcine luteinizinghormone in a fixed-time insemination protocol in weaned multiparous sows. **J of Swi Health and Prod**, v.18, p.125-131, 2010.
- Zelezink, A. J.; Benyo, D. E., Control of follicular development, corpus luteum function, and the recognition of pregnancy in higher primates. In: Knobil E, Neill J (eds.), **The Physiology of Reproduction**. New York: Raven Press Ltd. 751-781. 1994.

3. Artigo de revisão submetido em Scientific Electronic Archives

Fatores que podem interferir no sucesso da inseminação artificial em tempo fixo (IATF) na suinocultura

Introdução

Em um sistema intensivo como é a suinocultura moderna, um dos principais objetivos das biotécnicas reprodutivas é permitir o melhoramento genético. Além deste, permite também, reduzir a mão de obra necessária no sistema de produção, otimizando o manejo de forma natural. Desta forma, outras metas podem ser alcançadas, como a redução de custos com reprodutores ou doses inseminantes e também com materiais necessários em alguns processos durante a produção. Por último, objetiva-se também o aumento na produtividade, porém, sua manutenção torna-se satisfatória visto que alcançados os outros objetivos, principalmente em relação à difusão de material genético e à redução dos custos, o emprego destas biotécnicas torna-se viável de acordo com seu avanço.

Porém, para se alcançar todo o potencial na utilização das biotecnologias da reprodução, é necessário entender e identificar possíveis variáveis que possam interferir nos resultados esperados a partir de sua aplicação. Isso porque, estas ferramentas estão disponíveis de forma a auxiliar e não somente corrigir manejos inapropriados no sistema de produção. Assim, a inseminação artificial em tempo fixo é uma ferramenta que está disponível para facilitar o manejo reprodutivo e quando adotada de forma correta, respeitando a fisiologia dos animais, pode ser um recurso interessante para o sistema de produção como um todo, por permitir planejamento mais eficiente das coberturas, partos e desmamas, além do manejo de reposição e descarte das matrizes (Fontana *et al.*, 2014). Ainda, possibilita também, a redução do número de inseminações artificiais por porca/estro, permitindo maior difusão de material genético (Bortolozzo *et al.*, 2015).

Com isso, entender a importância de um ambiente adequado onde os animais possam expressar seu potencial genético, respeitar o manejo sanitário e obedecer às exigências nutricionais nas diferentes fases de produção, favorecem as variações aceitáveis da condição corporal das matrizes, permitindo a estas fêmeas apresentarem quantidades de partos condizentes à idade cronológica, pelo fato do

estro subsequente ser manifestado dentro do intervalo esperado após o desmame (3 a 7 dias), possibilitando também a redução dos dias não produtivos (DNP) (Cavalcante Neto *et al.*, 2008).

Além disso, a compreensão dos efeitos das ordens de parto (Mellagi *et al.*, 2013), da duração da lactação (Capoulas, 2015), do tamanho da leitegada (Alonso *et al.*, 2012), da frequência de exposição ao macho e do impacto sazonal sobre o desempenho reprodutivo são de extrema importância por serem fatores que influenciam de forma direta ou indireta no intervalo do desmame e o estro, momento no qual são realizadas as intervenções hormonais (Cavalcante Neto *et al.*, 2008).

Assim sendo, é possível identificar que muitas destas variáveis podem ser controladas ou, pelo menos, parcialmente controladas, fazendo com que as fêmeas durante a gestação e ao final do período de lactação estejam sadias e com boa condição corporal, respondendo de forma harmônica às ações do eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal e assim, apresentando-se aptas a serem inseridas em programas de inseminação artificial em tempo fixo (IATF). Com isso, o objetivo desta revisão foi abordar as principais causas que podem levar ao insucesso na implementação da IATF nos programas reprodutivos, a partir de uma abordagem que considera termos relacionados nos setores industriais, a fim de aproximar os produtores da realidade de uma produção e criação de animais cada vez mais profissional e competitiva.

Processo de transformação

Antes de concentrar as atenções no ambiente e no manejo do sistema de produção suinícola, é importante entender alguns conceitos que invariavelmente são utilizados nas indústrias, referentes ao processo de transformação, como os *inputs*, que podem ser classificados em recursos a serem transformados e/ou em recursos de transformação. Os recursos a serem transformados são aqueles que serão tratados ou convertidos, de alguma forma, para a obtenção dos *outputs* (produtos), enquanto os recursos de transformação são aqueles utilizados para realizar a conversão dos recursos a serem transformados em produtos. Ambos os recursos necessitam de elementos para realizar a transformação, sendo que estes elementos são os principais fatores que podem vir a interferir na qualidade do produto final. Desta forma, o processo de transformação compreende a execução e as operações

conjuntas das atividades produtivas, realizadas para a obtenção dos *outputs* (Slack, 2002).

Ao repassar este conhecimento para o sistema de produção suinícola destinado à produção de terminados, via ciclo completo de produção, entende-se que os reprodutores, via central de coleta e processamento de sêmen ou provenientes da própria granja, e também as matrizes, podem ser classificados como recursos a serem transformados (*input*), quanto à responsabilidade destes animais na geração de gametas. No mesmo sentido, o sistema de manejo anteposto, as instalações, a mão de obra e os insumos são os principais elementos dos recursos de transformação (*input*), enquanto os leitões são os *outputs*.

Entretanto, em dado momento durante o processo de produção, a matriz passa a ser também recurso de transformação, uma vez que está incumbida a esta categoria, a responsabilidade de transformar os gametas em embriões, levar a gestação a termo, produzir colostro e leite de qualidade, refletindo na viabilidade do produto final.

Inicialmente, o desempenho reprodutivo e produtivo durante o processo de transformação depende do sistema de manejo empregado, que envolve principalmente, o sistema de criação escolhido e também, as instalações necessárias para atender às necessidades do planejamento estabelecido e consequentemente dos animais (Sousa, 2009).

Ambiente

Durante o processo de transformação, o ambiente exerce considerável influência sobre o desempenho produtivo e reprodutivo dos suínos, evidenciada em sistemas intensivos de criação, onde segundo Sousa (2009) a manutenção do balanço térmico no interior das instalações possui interferência direta na condição de conforto dos animais.

Assim, ambiente e animais são respectivamente, recursos de transformação e/ou recursos a serem transformados que se interagem durante as diferentes fases do processo de produção, refletindo o resultado desta interação em diversas variáveis responsáveis pela quantidade e/ou qualidade do produto final.

Quando os animais são submetidos a situações que provocam estresse térmico, é evidenciado o principal efeito do desconforto ambiental, a alteração no

comportamento alimentar, com redução no consumo voluntário em torno de 40% (Messias de Bragança *et al.*, 1998). Esse estresse provocado pelo calor durante o processo de produção animal é causador de inúmeras perdas econômicas, nas diferentes fases de produção ou categorias animais (Morales, 2010).

A faixa ideal de temperatura para porcas na fase de gestação e maternidade é de 16 a 21°C. Se a temperatura ultrapassar essa faixa, podem ser associadas perdas na produção e falhas reprodutivas, ocasionando também perdas econômicas (Moura, 1999).

Neste sentido, a maternidade é considerada o setor onde se apresenta o maior desafio em relação à manutenção do conforto ambiental dos suínos, pois neste local são alojadas duas categorias animais, com zonas de conforto térmico bastante distintas. Enquanto a faixa de termo-neutralidade da matriz localiza-se no intervalo mencionado, a do leitão neonato está entre 32 e 34°C (Silva *et al.*, 2009). A manutenção das matrizes suínas fora da zona de conforto térmico compromete o seu desempenho, em especial no período lactacional, devido à redução no consumo voluntário e consequente decréscimo na produção de leite, favorecendo também aumento das perdas corporais da fêmea durante esta fase, devido à mobilização de reservas na tentativa de manter a produção.

Deve-se ressaltar ainda, que o consumo de ração durante a lactação muitas vezes não é suficiente para suprir a manutenção e sustentar a produção de leite (Kemp *et al.*, 2011). Sendo assim, o estresse por calor acaba exacerbando os efeitos do catabolismo lactacional (Renaudeau *et al.*, 2003). Além disso, em condições de altas temperaturas ocorre variação no tempo em que a fêmea permanece amamentando e também decréscimo na produção de leite, levando à diminuição no peso da leitegada ao desmame (Renaudeau e Noblet, 2001).

Ainda, a condição corporal das fêmeas no início da lactação pode agravar os efeitos do estresse por calor. Fêmeas suínas muito pesadas e com excesso de gordura corporal no momento do parto, podem reduzir o consumo de alimento durante a lactação. O baixo consumo de ração, em especial, durante a primeira semana de lactação, aumenta o risco de descarte da matriz por anestro (Mellagi *et al.*, 2010). Isto é devido à reprodução dos suínos ser diretamente afetada pelas condições adversas do ambiente. Os efeitos das temperaturas elevadas sobre o desempenho reprodutivo podem ser explicados, pelo menos em parte, pela influência sobre o apetite e a desnutrição, provocando inibição da secreção de LH

(hormônio luteinizante) e suas conseqüências sobre o crescimento folicular e ovulação (Prunier *et al.*, 1997). A restrição alimentar das porcas durante a lactação não afeta apenas as concentrações de LH, mas também resulta em diminuição da síntese e secreção de FSH (hormônio folículo estimulante) e menor crescimento de folículos durante o final da lactação (Ramião, 2016), prejudicando o momento da manifestação do estro e o intervalo entre ovulações.

Temperaturas elevadas por períodos prolongados podem exercer conseqüências negativas sobre o peso ao desmame das matrizes e sobre o intervalo desmame estro (IDE) (Messias de Bragança, 1998), sendo relatados casos em que perdas de peso na lactação superiores a 5% para primíparas e de 10% para pluríparas, podem levar a aumento no IDE (Thaker e Bilkei, 2005).

Portanto, as funções reprodutivas podem ser afetadas pelo estresse calórico, proporcionando, baixa viabilidade dos gametas, podendo levar à queda na taxa de sobrevivência dos embriões e desenvolvimento fetal, tendo como conseqüência redução na taxa de prenhez e parição, resultando em baixo número de leitões desmamados/fêmea/ano.

Segundo Tummaruk *et al.* (2009) a ovulação das fêmeas no verão apresenta comportamento anormal devido a assincronia no desenvolvimento final dos folículos, causada pela diminuição na síntese e secreção de LH. Isto porque, de acordo com Silva (2010) ocorre também diminuição no consumo de alimento, no objetivo de diminuir o calor produzido pelas reações metabólicas durante o processo de digestão, que deverá ser dissipado para o ambiente.

Da mesma maneira que Tummaruk *et al.* (2009) reportaram os efeitos das altas temperaturas sobre as funções reprodutivas, Van Der Lende (2000), mostrou que porcas gestantes quando mantidas sobre condições de estresse térmico podem ter aumento no número de fetos mumificados, reduzirem a taxa de parto e diminuir o número de leitões nascidos vivos. Desta forma, é possível perceber que a interferência das altas temperaturas age também, de forma indireta sobre as funções reprodutivas, sob interferência no comportamento alimentar.

Outro componente do ambiente de grande influência na zona de conforto térmico é a umidade relativa (UR), sendo considerada ideal, entre 60 e 80% (Nienaber *et al.*, 1987). A umidade relativa geralmente exerce menores alterações fisiológicas, mas provoca significantes diferenças no ganho de peso dos animais, quando associada a altas temperaturas (Huynh *et al.*, 2005). Animais expostos a

mesma faixa de temperatura e a diferentes UR, tem comportamento alimentar distinto, por exemplo, em dois ambientes sendo um com umidade entre 50 – 60% e outro com 85%, a redução no consumo de ração foi de respectivamente, 214 g/d (3.1 MJ de ED/d) e de 584 g/d (7.9 MJ) (Renaudeau e Noblet, 2003).

Desse modo, as condições das instalações onde os animais são mantidos e o comportamento alimentar, exercem influência nas reservas corporais ao longo da vida reprodutiva, tendo consequências na longevidade do animal (Bortolozzo *et al.*, 2015).

No entanto, com o objetivo de minimizar as perdas produtivas causadas pelas condições térmicas no interior das instalações, são utilizadas algumas estratégias. Alternativas estruturais, como diferentes sistemas de climatização, associados ou não à presença de escamoteador para os leitões, sistemas com o uso de ventiladores ou nebulização (Nunes *et al.*, 2003), mecanismos de evaporação adiabática (Tolon e Nääs, 2005), sistemas de gotejamento e ar refrigerado sobre as fêmeas (Harmon *et al.*, 2001) e ainda, o uso de piso refrigerado (Silva *et al.*, 2009), possibilitam reduzir os efeitos das altas temperaturas durante o processo de produção.

Contudo, os recursos de climatização, em muitos casos, são operados de forma pontual e a critério de operadores não treinados, resultando numa baixa eficiência (Morales, 2010). Portanto, o treinamento da equipe de colaboradores, elemento essencial dos recursos de transformação, torna-se necessário também para este fim, uma vez que é parcela importante no processo de produção interferindo de outro modo, na qualidade e/ou quantidade do produto final.

Para proporcionar maior conforto ambiental, além das alternativas estruturais, estratégias nutricionais também apresentam resultados indicativos, de que, os efeitos negativos da exposição à temperatura ambiente elevada sobre o consumo e o desempenho na lactação podem ser atenuados por dietas com baixo efeito térmico dos alimentos, relacionados aos percentuais de proteína (Pérez Laspiur *et al.*, 2006; Teixeira, 2010). Além disso, outras alternativas como a adição de fibras também podem ser utilizadas (Renaudeau e Noblet, 2003).

Como exposto, o ambiente é um elemento dos recursos de transformação que interfere em outros elementos, tanto, dos próprios recursos de transformação quanto dos recursos a serem transformados, a partir da influência em algumas características inerentes aos animais, como consumo de ração, produção de leite,

desenvolvimento folicular, taxa de ovulação e taxa de prenhez. Assim, quando o consumo de alimento é afetado em consequência da temperatura ambiente elevada, os resultados dos programas que utilizam a inseminação artificial em tempo fixo podem não ser satisfatórios.

Isso porque, pode haver crescimento folicular insuficiente, causado pelas baixas concentrações de FSH e, principalmente de LH. O FSH, além de estimular o desenvolvimento folicular é também responsável pela formação inicial dos receptores de LH nas células da teca (Stabenfeldt *et al.*, 2004). Portanto, no momento em que são realizadas as intervenções hormonais com o intuito de induzir as ovulações, pode haver baixa concentração de receptores foliculares para este hormônio, responsável pelo desenvolvimento final dos folículos e também pela ovulação (Ding e Foxcroft, 1994), consequentemente, haverá menos folículos ovulados, podendo influenciar desta forma, no tamanho da leitegada.

Nutrição e condição corporal

Ao longo do processo de transformação industrial, a fonte de energia é um elemento de suporte atrelado aos recursos de transformação, indispensável para obtenção dos *outputs*. Segundo Dourmad *et al.* (2008) no sistema de produção suinícola, a energia é adquirida e liberada por meio do metabolismo dos nutrientes contidos na dieta e é responsável pela realização de algumas funções, sendo utilizada pelas porcas gestantes para manutenção ou crescimento, mas prioritariamente direcionada para atender as exigências de desenvolvimento do útero, placenta, fetos e glândulas mamárias. Já para as matrizes lactantes, a energia é destinada para manutenção e lactogênese.

Adicionalmente, segundo Mahan (1998), em sistema de manejo bem planejado é esperado que em ambas as categorias, gestantes ou lactantes, que estejam na classificação de ordem de parto um (OP1) ainda apresentem exigência nutricional para completarem o desenvolvimento corporal, necessitando assim, de maior atenção durante o processo de produção. Ainda, de acordo com Andrade *et al.* (2016) fêmeas em segunda lactação também apresentam alta demanda nutricional, necessitando desta maneira, de atenção especial nesta fase do ciclo de produção.

Assim, durante o processo de transformação, as fêmeas são como máquinas, instrumentos essenciais para produzir carne em quantidade e com qualidade

satisfatórias, que necessitam de fonte energética suficiente para assegurar alta produtividade, tornando desta maneira também, a atividade rentável.

Conforme observado no tópico anterior, o padrão de consumo alimentar das matrizes durante a lactação pode ser prejudicado caso não haja ambiente propício à termoneutralidade. Contudo, quando as reservas corporais são excessivas durante a gestação, o consumo das fêmeas após o parto pode ser agravado, afetando a produção de leite e o desempenho reprodutivo subsequente, como tempo de retorno ao estro, tamanho da leitegada ou falhas reprodutivas. Assim, o controle nutricional durante a gestação, a fim de estabelecer a manutenção de condição corporal desejável é um fator importante para proporcionar que os índices reprodutivos e produtivos sejam obtidos, uma vez que o consumo voluntário na maternidade depende, também, desta condição (Dourmad *et al.*, 2008).

Desta forma, é possível lançar mão de algumas estratégias nutricionais visando garantir que as fêmeas ao final da gestação estejam apresentando boa condição corporal, para que durante a lactação o consumo não seja prejudicado. Na primeira fase da gestação, a atenção deve ser voltada para a recuperação da condição corporal das fêmeas que perderam peso acima do aceitável (>10%) na lactação anterior (Thaker e Bilkei, 2005). Já na fase intermediária e no terço final da gestação é necessária a manutenção da condição corporal das fêmeas, visando o desenvolvimento das glândulas mamárias e também dos fetos (Silveira *et al.*, 1998).

No último terço da gestação há aumento considerável em relação às exigências nutricionais da matriz, sendo necessário um aumento das reservas energéticas devido, principalmente, ao desenvolvimento final dos fetos. Assim, segundo Kim *et al.* (2009) a adição de aminoácidos industriais visando suprir a demanda protéica tem se tornado uma importante ferramenta, que pode ser utilizada nesta fase da gestação. No entanto, sabe-se que o fornecimento energético acima das necessidades para as fêmeas durante a gestação, pode fazer com que estas estejam obesas no parto (Ramião, 2016) prejudicando o consumo voluntário durante a lactação (Haese *et al.*, 2010).

Portanto, as estratégias nutricionais para as matrizes durante a gestação, têm como objetivo preservar uma condição corporal favorável, em que é possível dar suporte ao crescimento das glândulas mamárias e ao desenvolvimento fetal, sem que haja demasia no suprimento energético, evitando que as fêmeas tenham aumento de peso desnecessário ao final da gestação.

O peso corporal influenciado pelo consumo de alimento durante a gestação é um dos fatores que mais interfere na ingestão de alimento durante o período lactacional (Mellagi *et al.*, 2010), podendo agravar a ingestão voluntária de ração nesta fase de produção (Zangeronimo *et al.*, 2006). Segundo Paiva *et al.* (2006) o consumo alimentar voluntário na lactação, normalmente, não é suficiente para atender às exigências nutricionais da matriz, prejudicando a manutenção de uma condição corporal satisfatória para preservar as concentrações de hormônios metabólicos circulantes, e também a produção de leite. Como mencionado, quando acontece perda excessiva de massa corporal na maternidade, há grande probabilidade de ocorrer também interferência nas taxas reprodutivas, como, aumento na variação do intervalo desmame estro entre as fêmeas de um mesmo lote, redução na taxa ovulatória e sobrevivência embrionária (Mellagi *et al.*, 2010).

Com o objetivo de estimular o consumo e proporcionar adequada ingestão de energia das porcas durante a lactação é possível utilizar algumas estratégias, também, para essa fase de produção, como, elevar a densidade energética da ração mediante a adição de óleo ou gordura (Paiva *et al.*, 2006), fornecer ração úmida e/ou até mesmo aumentar a frequência de arraçoamento (Carvalho *et al.*, 2003).

Com isso, durante a lactação o foco é direcionado a aumentar a produção de leite da matriz, resultando no desmame de leitões bem desenvolvidos e saudáveis, além de reduzir a perda de reserva corporal da fêmea e aumentar a possibilidade de sucesso no desempenho reprodutivo subsequente (Zangeronimo *et al.*, 2006).

Para tal, a formação de uma equipe de colaboradores empenhada e dedicada que entenda a importância de cada elemento dos recursos de transformação, possibilita também, que a demanda energética seja atendida em cada fase do processo de produção, favorecendo o desempenho esperado da matriz quanto aos índices reprodutivos e produtivos, facilitando assim, a implementação de novas técnicas reprodutivas.

Outros fatores também podem influenciar a ingestão de alimento durante o período lactacional. Dentre eles estão a ordem de parto, tamanho de leitegada e período de lactação (Mellagi *et al.*, 2010).

Ordem de parto

De acordo com Noblet *et al.* (1998) fêmeas com ordem de parto (OP) mais avançadas são menos propensas ao catabolismo lactacional por perderem menos peso nesta fase de produção. Porém, por serem fêmeas mais pesadas quando comparadas às de OP 1 e 2, necessitam ingerir mais alimento para a manutenção (Mosnier *et al.*, 2010). Além disso, o incremento energético fornecido a pluríparas é desviado para produção de leite, enquanto que para primíparas, o desvio é direcionado para o crescimento corporal (Pluske *et al.*, 1998). Em cima destas afirmações, é possível estabelecer estratégias nutricionais para as fêmeas de acordo com a OP buscando reduzir os danos ocasionados durante a lactação nas taxas reprodutivas subsequentes.

Segundo Mellagi *et al.* (2013) a maior perda de peso na lactação resulta em aumento de falhas reprodutivas nas fêmeas mais jovens e reduz o tamanho da leitegada subsequente em todas as OP. Quanto à eficiência reprodutiva em relação às OP, segundo esses mesmos autores, esta, tende a aumentar de acordo com o avanço das ordens de parto e, posteriormente, declina nas ordens de parto mais avançadas.

No entanto, as fêmeas podem ter a eficiência reprodutiva comprometida já no segundo parto, com redução do tamanho da leitegada em relação ao desempenho do primeiro, devido ao preparo ineficiente enquanto leitoas, resultando em perda de peso acima do aceitável (máximo de 5%) durante a lactação o que pode vir a influenciar na taxa ovulatória (Thaker e Bilkei, 2005).

A fim de evitar a Síndrome do Segundo Parto, além do manejo adequado durante o preparo das leitoas quanto à data de início de exposição ao macho e o controle da idade e peso à primeira cobertura, é necessário também, o controle do peso das primíparas ao desmame a partir de programas nutricionais que atendam as necessidades desta categoria, respeitando as exigências proteica e energética visando evitar o catabolismo lactacional (Schenkel *et al.*, 2005; Eckhardt, 2013). Desta forma, caso essas exigências não sejam atendidas, a inclusão das fêmeas nestas condições em programas de IATF não é indicado, devido à possibilidade na variação no IDE e, conseqüentemente, à baixa resposta aos hormônios indutores de ovulação.

Tamanho da leitegada

O tamanho da leitegada é outro fator que pode interferir nas taxas reprodutivas por aumentar a demanda energética das fêmeas para produção de leite (Bierhals *et al.*, 2011). Além disso, durante a lactação o consumo alimentar é insuficiente para suportar a crescente demanda por nutrientes, agravando desta forma, o catabolismo lactacional (Bierhals *et al.*, 2011). Segundo Quesnel (2009) devido ao balanço energético negativo intenso, as fêmeas apresentaram maiores perdas corporais quando o número de leitões lactantes aumentou.

Desta maneira, leitegadas numerosas exigem mais das fêmeas quanto à produção de leite (Mellagi *et al.*, 2010), aumentando o grau do catabolismo lactacional. As concentrações e frequência de pulsos de LH pós-desmame, também são influenciadas pelo grau de catabolismo sofrido pelas fêmeas durante a lactação, permanecendo por mais tempo num padrão secretório de baixa frequência e alta amplitude, afetando diretamente o desempenho reprodutivo subsequente, podendo prolongar o IDE, que, como já mencionado, prejudica a implantação de programas de IATF.

Duração da lactação

Diante do exposto, as estratégias traçadas visam entender e reduzir os fatores e efeitos que afetam o consumo alimentar das fêmeas, tanto na gestação quanto na lactação, com o objetivo de minimizar as variações no intervalo desmame estro. Porém, existem outros fatores, não menos importantes, que também geram consequências negativas no IDE caso não seja dada a devida atenção.

A duração da lactação (Carregaro *et al.*, 2006) e as estratégias de manejo relacionadas a desmama parcial (Brown *et al.*, 2016) também são fatores que podem interferir na duração do IDE por influenciarem na demanda energética da matriz para produção de leite, podendo potencializar ou amenizar o catabolismo durante a lactação.

Por outro lado, caso as perdas corporais das fêmeas durante a lactação não sejam significativas, com a redução da frequência das mamadas ao longo do período lactacional (Mellagi *et al.*, 2010), há menor bloqueio na síntese e liberação de LH pela ação dos peptídeos opióides endógenos (POE), que são estimulados pelas mamadas dos leitões. Desta forma, ao prolongar o período de lactação, pode haver risco de algumas fêmeas manifestarem estro ainda na maternidade, podendo

prolongar o IDE e consequentemente os dias não produtivos (DNP). No sistema de produção suinícola atual, os períodos de lactação mais utilizados são de 21 ou de 28 dias (Capoulas, 2015), porém existem manejos que utilizam desmama precoce aos 14 dias de lactação, sem grandes efeitos na variação do IDE para pluríparas (Carregaro *et al.*, 2006).

Aproveitando a ação da redução na frequência das mamadas sobre a liberação de LH, é possível adotar o manejo de desmama parcial como estratégia para reduzir o IDE das fêmeas. Estas fêmeas, quando submetidas ao desmame parcial, tendem a manifestar sinais de estro mais curto em comparação com aquelas submetidas ao desmame convencional. Como mencionado, isto ocorrer devido à menor intensidade e frequência de amamentação, em função da presença de menor número de leitões no final da lactação, o que afeta a regulação hormonal da função reprodutiva pelo sistema nervoso central (Britt, 1996). A retirada parcial dos leitões pode ser realizada 6 (Brown *et al.*, 2016) ou 12 horas (Kuller *et al.*, 2004) antes do desmame total, apresentando resultados significativos quanto à redução no IDE.

Já Philippi Junior *et al.* (1994) realizaram o desmame parcial 72 horas antes do desmame total dos leitões. Além disso, efetuaram o manejo com um macho na maternidade durante o terço final de lactação. Com isso, os autores demonstraram que houve redução média de 2,1 dias no IDE de fêmeas que passaram por estas técnicas de manejo em comparação as que não passaram por nenhuma delas, e concluíram que estas técnicas demonstraram-se eficientes na redução do IDE, representando assim uma economia significativa no setor suinícola.

Assim, levantar discussões sobre diferentes manejos durante a lactação, que buscam reduzir o IDE torna-se necessário, uma vez que pode ser um elemento importante relacionado aos recursos de transformação dentro do processo de produção, possibilitando diminuir custos por meio da redução dos DNP.

Exposição ao macho

Sabe-se que a resposta à exposição de fêmeas em lactação à presença do macho pode acelerar o retorno da atividade reprodutiva após o desmame (Philippi Junior *et al.*, 1994), porém, o resultado pode ser muito variável, uma vez que há possibilidade das matrizes manifestarem sinais de estro ainda na maternidade

(Dallanora *et al.*, 2004). Nesse sentido, estudos recentes têm se concentrado em analisar o efeito da exposição ao macho no período após o desmame.

O contato com o macho permite estimular as fêmeas por meio da comunicação visual, auditiva e olfatória, porém, os feromônios masculinos têm importante função na estimulação do estro e, a identificação deste, no momento mais próximo ao seu início (Dallanora *et al.*, 2004). Ao realizar o contato da fêmea com o macho, há estímulo para aumentar as concentrações de LH (Evans e O'Doherty, 2001), além de aumentar a resposta do ovário em secretar estradiol (Paterson, 1982), tendo desta forma, efeito na redução do IDE.

No estudo realizado por Langendijk *et al.* (2000) foi observada diferença significativa no IDE entre fêmeas que foram submetidas à exposição ao macho em relação às que não tiveram este contato, onde os resultados obtidos foram de 4,96 e 5,71 dias respectivamente.

Assim, o contato físico de fêmeas desmamadas com macho sexualmente maduro pode antecipar e sincronizar o aparecimento dos sinais de estro. Portanto, os programas de IATF que visam maiores benefícios aos produtores, preconizam que a indução da ovulação das fêmeas seja realizada sem que haja o contato prévio com o macho para a detecção do estro, a fim de otimizar a mão de obra com esse manejo. Desta forma, ao utilizar fármacos que permitem o desenvolvimento folicular e a ovulação, a presença do macho pode tornar-se dispensável no momento da detecção do estro, no entanto, sua presença no momento da realização da IA é relevante.

Qualidade da dose inseminante

Os fatores que influenciam a qualidade da dose inseminante estão relacionados a aspectos individuais inerentes aos machos, à coleta e manipulação do ejaculado, às condições de armazenamento e distribuição, bem como, à técnica de inseminação como um todo, uma vez que podem favorecer a contaminação e/ou redução da viabilidade espermática, caso não sejam tomados os devidos cuidados durante cada etapa.

Quando o fator está associado ao macho, a contaminação da dose inseminante pode ser via infecção sistêmica, ou infecção do sistema reprodutivo. Assim, o controle relacionado à sanidade dos reprodutores é um fator relevante,

para que de fato, a inseminação artificial seja uma ferramenta de biossegurança no sistema de produção (Bianchi *et al.*, 2006), além de contribuir com a qualidade final da dose inseminante.

Durante a coleta e processamento da dose, é necessário evitar o contato do ejaculado com locais que podem conter agentes contaminantes, especialmente, secreções prepuciais, pêlos e com materiais e equipamentos mal higienizados (Bortolozzo *et al.*, 2002), fatores os quais podem reduzir a qualidade da dose inseminante.

No que diz respeito ao armazenamento e distribuição, o fator de maior destaque que pode vir a influenciar a qualidade da dose é a temperatura. Isto porque, o espermatozoide suíno é muito sensível a variações térmicas, desta forma, a dose espermática deve ser armazenada e transportada em temperaturas de 15 a 18°C (López Rodríguez *et al.*, 2011).

Já em relação à inseminação artificial (IA) propriamente dita, é possível haver contaminação da dose inseminante caso não seja realizada higienização adequada da vulva da porca, podendo a dose espermática agir como um agente carreador de infecções para os órgãos reprodutivos (Bortolozzo e Wentz, 2005).

Assim, diversos fatores estão relacionados com a qualidade da dose inseminante, podendo esta então, ser considerada um elemento importante durante o processo de transformação, influenciando também nos resultados da IATF, uma vez que, uma das vantagens desta biotécnica é possibilitar a realização de apenas uma IA, contanto que os espermatozoides permaneçam viáveis por período próximo a 24 horas, para que no momento da ovulação sejam capazes de realizar a fecundação efetivamente.

Genética

A escolha do material genético a ser introduzido no sistema de produção é um dos principais fatores a ser considerado no momento de discussão de formação ou alteração do rebanho, uma vez que os animais são parte importante do *input* como elementos dos recursos a serem transformados. Desta forma, é necessário o conhecimento quanto aos objetivos e metas de produção referente à linha de seleção genética a ser estabelecida.

De acordo com o que foi revisado, o controle do peso e da condição corporal da fêmea lactante influencia o consumo alimentar voluntário na lactação. Também é sabido que existe diferença no padrão de consumo entre as variadas raças e linhagens genéticas, o que pode interferir na produção de leite, crescimento dos leitões e nas taxas reprodutivas subsequentes ao desmame (Eissen *et al.*, 2003). Assim, formar rebanhos com diferentes linhagens pode gerar dificuldades de manejo, pelo fato do padrão de consumo entre linhagens ser variável, e com isso, dificultar a implementação de programas de IATF.

No entanto, os padrões quanto às linhagens genéticas e o potencial de produção entre as principais empresas atuantes no Brasil são semelhantes a partir dos dados divulgados em seus respectivos manuais, divergindo na maioria das vezes, no que diz respeito à assistência técnica.

Doenças e intoxicações

As doenças que causam falhas reprodutivas em fêmeas suínas tornam-se fatores de grande impacto na indústria suinícola, representando perdas econômicas e aumentando os custos de produção. Segundo Bortoletto *et al.* (2015) dentre as principais doenças, destacam-se doença de Aujeszky, parvovirose, leptospirose, circovirose, peste suína clássica, brucelose e PRRS (Síndrome Reprodutiva e Respiratória Suína).

Essas doenças caracterizam-se por fazerem com que porcas infectadas apresentem leitegadas pequenas, leitões de baixa viabilidade, fetos mumificados e/ou, por causarem abortos, retornos a estros regulares ou irregulares (Pescador, 2008).

Já em relação às intoxicações, é relatado que as micotoxinas, principalmente as produzidas por espécies do fungo *Aspergillus*, tais como *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* e *Aspergillus parasiticus* (Dilkin, 2011), que podem estar presente nos grãos (Costa *et al.* 2005), são as principais causas de falhas reprodutivas no que diz respeito à ingestão de alimentos contaminados pelas matrizes (Dilkin, 2011).

Os principais danos reprodutivos ocasionados pelas ações das micotoxinas estão relacionados a aborto e redução nas taxas de concepção, acompanhados de repetição de estro, e também à vulvovaginite, pseudogestação, nascimento de leitões de baixa viabilidade e natimortos (Dilkin, 2011).

Desta forma, por meio destas ocorrências, há aumento dos DNP e queda nas taxas reprodutivas, impedindo o alcance do potencial produtivo do rebanho, inviabilizando também, a implementação das biotecnologias no sistema de produção.

Considerações Finais

Observado todos esses fatores que influenciam a implementação de programas de IATF nas granjas, é possível identificar e entender as prováveis causas e consequências dos eventos que podem prejudicar o aparecimento do estro fisiológico dentro do intervalo desejável após o desmame, além de eventos que podem prejudicar também, as taxas de prenhez, parto e desmame. Durante o processo de produção, é necessário analisar os recursos de transformação de forma sistêmica, de modo a entender a influência que cada elemento possui para obtenção dos *outputs*.

No sistema de produção suinícola, as matrizes representam os *inputs* como recursos a serem transformados e também como recursos de transformação. Desta forma, fazer com que as fêmeas, ao final do período lactacional estejam sadias e com boa condição corporal, significa dizer, que estas são fortes candidatas a estarem aptas a retornarem à ciclicidade logo após o desmame, enquanto a eficiência em produzir leite é refletida no desmame de leitões pesados.

Portanto, os *outputs* do ciclo de produção ligado às fêmeas estão relacionados aos leitões, após a transformação de gametas em embriões e consequentemente em fetos, recém-nascidos e desmamados, assim como às matrizes que respondem de forma harmônica às ações do eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal ao final da lactação, quanto à capacidade de resposta destas fêmeas após o desmame, aos hormônios exógenos utilizados em programas de inseminação artificial em tempo fixo. A partir do desmame, o processo de desenvolvimento dos leitões destinados à produção de carne está ligado à transformação de insumos em terminados.

Referências Bibliográficas

- Andrade, T.S; Watanabe, P.H; Araújo, L.R.S; Evangelista, J.N.B; Freitas, E.R., Betaine in the diet of sows in the first or second reproductive cycle. **Revista Ciência Agronômica**, v.47, p.784-792, 2016.
- Alonso, V; Rocco, V.V.B; Galdeano, J.V.B; Santana, R.S; Molero, A.H.T; Oliveira, M.C.D., Split suckling in relation to the parturition order of sows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.221-224, 2012.
- Bianchi, I; Schaaf, S; Corrêa, E.K; Perondi, A; Lucia Jr., T; Dechamps, J.C; Corrêa, M.N., Importância do uso da inseminação artificial na prevenção da veiculação de patógenos através do sêmen suíno. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.30, n.1/2, p.72-77, 2006.
- Bierhals, T; Mellagi, A.P.G; Heim, G; Bernardi, M.L; Wentz, I; Bortolozzo, F.P., Desempenho de leitegadas após a uniformização cruzada de leitões entre fêmeas de ordem de parto 1 e 5. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.39, n.1, 2011.
- Bortoletto, C; Ferreira, G; Gasser, B; Nakamura, A; Almeida, H; Oliveira, L., Principais causas de problemas reprodutivos em porcas. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v.23, n.1, p.1-22, 2015.
- Bortolozzo, F.P; Wentz, I; Dallanora, D., Avanços na inseminação artificial de suínos. **In: Anais dos Encontros Técnicos ABRAVES-RS (Estrela, Brasil)**. p.1-20, 2002.
- Bortolozzo, F.P; Wentz I., Inseminação Artificial na Suinocultura Tecnificada. **Suinocultura em Ação**, Porto Alegre, Pallotti, 185 p. 2005.
- Bortolozzo, F. P; Menegat, M. B; Mellagi, A. P. G; Bernardi, M. L; & Wentz, I., New Artificial Insemination Technologies for Swine. **Reproduction in Domestic Animals**, v.50, p.80–84, 2015.
- Britt, J.H., Biology and management of early weaned sow. **In: American Association of Swine Practitioners, 27th Annual Meeting. Proceedings**, p.2 -5, 1996.
- Brown, E.G; Krebs, L.B; Boone, C.L; Cauthen, T., Effects of Intermittent Suckling on Sow and Piglet Performance. **Texas Journal of Agriculture and Natural Resources**, v.22, p.55-60, 2016.
- Capoulas, J.I., Efeitos de duas idades de desmame (21 e 28 dias) na produtividade dos leitões e das porcas, **Tese de Doutorado**, Universidade de Lisboa. Faculdade de Medicina Veterinária. Instituto Superior de Agronomia, 89p. 2015.

- Carregaro, F.B; Mellagi, A.P.G; Bernardi, M.L; Wentz, I.; Bortolozzo, F.P., Reflexo do período de lactação na produtividade de porcas primíparas e multíparas. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.34, p.39-43, 2006.
- Carvalho, L.F; Silva Filho, J.M; Silva, I.J; Bandeira, M.N; Moraes, M.P; Palhares, M.S., Efeito do fracionamento da ração diária sobre a concentração sérica de progesterona em porcas gestantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia**, v.55, n.6, p.665-671, 2003.
- Cavalcante Neto, A; Lui, J.F; Sarmiento, J.L.R; Ribeiro, N; Monteiro, J.M.C; Tonhati, H., Fatores ambientais e estimativa de herdabilidade para o intervalo desmame-cio de fêmeas suínas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p.1953-1958, 2008.
- Costa, M.S; Amaral, W.S.F; Bernardi, M.L; Wentz, I; Bortolozzo, F.P., Características da taxa de abortamento de uma granja de suínos no Rio Grande do Sul. **In: Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos, Fortaleza, Anais**, p. 220-221, 2005
- Dallanora, D; Mezalira, A; Katzer, L.H; Bernardi, M.L; Bortolozzo, F.P; Wentz, I., Desempenho reprodutivo de fêmeas suínas inseminadas pela técnica intra-uterina ou tradicional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.8, p.815-819, 2004.
- Dilkin, P. Efeitos das micotoxinas na reprodução de suínos. **In: IV Simpósio Brasil Sul de Suinocultura. Chapecó – SC**, p. 57-67, 2011.
- Ding, J; Foxcroft, G.R., FSH-stimulated follicular secretions enhance oocyte maturation in pigs. **Theriogenology**, v. 41, p. 1473 – 1481, 1994.
- Dourmad, J.Y; Étienne, M; Valancogne, A; Dubois, S; Van Milgen, J; Noblet, J. InraPorc: a model and decision support tool for the nutrition of sows. **Animal Feed Science and Technology**, v.143, p.372-386, 2008.
- Eckhardt, O.H.O; Horta, F.C; Parazzi, L.J; Afonso, E.R; Martins, S.M.M.K; Santo, T.A.D; Barros, F.R.O; Freitas Jr., J.E; Renno, F.P; Visintin, J.A; Moretti, A.S. Differences in maternal plane of nutrition and body condition during late gestation coupled with estrus synchronization at weaning do not result in differences in embryonic development at 4 days of gestation. **Journal of Animal Science**, v.91, p.3436-3444, 2013.

- Eissen, J.J; Apeldoorn, E.J; Kanis, E; Vertegen, M.W.A; de Greef K.H., The importance of a high feed intake during lactation of primiparous sows nursing large litters. **Journal of Animal Science**. v.81, p.594-603, 2003.
- Evans, A.C.O; O'doherty, J.V., Endocrine changes and management factors affecting puberty in gilts. **Livestock Production Science**. v.68, p.1-12, 2001.
- Fontana, D.L; Ulguim, R.R; Sbardella, PE; Bernardi, M.L; Wentz, I; Bortolozzo, F.P., Fixed-time post-cervical artificial insemination in sows receiving porcine luteinising hormone at oestrus onset. **Animal Reproduction Science**. 144p. 2014.
- Haese, D; Donzele, J.L; Oliveira, R., Avaliação de rações de alta densidade nutricional para porcas em lactação no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1503-1508, 2010.
- Harmon, J; Levis, D; Zulovich, J; Hoff, S; Bodman, G., MWPS-43 swine breeding and gestation facilities handbook. **MidWest Plan Service**, 2001.
- Huynh, T.T.T; Aarnink, A.J.A; Verstegen, M.W.A; Gerrits, W.J.J; Heetkamp, M.J.W; Kemp, B; Canh, T.T., Effects of increasing temperatures on physiological changes in pigs at different relative humidities. **Journal of Animal Science**. v.83, p.1385–1396, 2005.
- Kemp, B; Wientjes, A.J; Leeuwen, V., Key factors to improve production and longevity of primiparous sows. In: Simpósio Internacional de Suinocultura. Produção, Reprodução e Sanidade Suína, v.6, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, p.13-22, 2011.
- Kim J; Kang K; Kang W; Sohn H; Jean Y; Park B.K; Kim Y; Kim D., Porcine abortion outbreak associated with *Toxoplasma gondii* in Jeju Island, Korea. **Journal Veterinary Science**. v.10, p.147-151, 2009.
- Kuller, W.I; Soede, N.M; Van Beers-Schreurs, H.M.G; Langendijk, P.; Taverne, M.A.M.; Verheijden, J.H.M.; Kemp, B. Intermittent suckling: Effects on piglet and sow performance before and after weaning. **Journal Animal Science**, v.82, p.405- 413, 2004.
- Langendijk, P.; Soede, N.; Kemp, B. Effects of boar contact and housing conditions on estrus expression in weaned sows. **Journal of Animal Science**, v.78, p.871-878, 2000.

- López Rodríguez, A; Rijsselaere, T; Vyt, P; Van Soon, A; Maes, D. Effect of dilution temperature on boar semen quality. **Reproduction in Domestic Animals**, v.47, n.5, 2011.
- Mahan, D. C. Relationship of gestation protein and feed intake level over a five-parity period using a highproducing sow genotype. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 2, p. 533-541, 1998.
- Mellagi, A.P.G; Argenti, L.E; Faccin, J.E.G., Aspectos nutricionais de matrizes suínas durante a lactação e o impacto na fertilidade. **Acta Scient. Veterinary**. v.38, p.181- 209, 2010.
- Mellagi, A.P.G; Bierhals, T; Panzardi, A; Gheller, N.B; Bernardi, M.L; Wentz, I; Bortolozzo, F.P.Efeito da ordem de parto e da perda de peso durante a lactação no desempenho reprodutivo subsequente de matrizes suínas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia = Brazilian Journal of Veterinary and Animal Sciences**. Belo Horizonte. v.65, n.3, p.819-825, 2013.
- Messias de Bragança, M.M; Mounier, A.M; Prunier, A., Does feed restriction mimic the effects of increased ambient temperature in lactating sows? **Journal of Animal Science**, v.76, n.8, p.2017-2024, 1998.
- Morales, O.E.S., Aspectos Produtivos de Fêmeas Suínas e suas Leitegadas em Diferentes Sistemas de Ambiência na Maternidade. **Dissertação Mestrado**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 52p. 2010.
- Mosnier, E; Etienne, M; Ramaekers, P; Père, M.C., The metabolic estado during the peri partum period affects the voluntary feed intake and the metabolism of the lactating multiparous sows. **Livestock Science**. p.127-136, 2010.
- Moura, D.J; Ventilação na suinocultura. In: Silva, I.J.O (Ed.) Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p.149-179, 1999.
- Nienaber, J.A; Hahn, L.G; Yen, J.T., Thermal environment effects on growingfinishing swine, Part I-Growth, feed intake and heat production. **Transaction of the ASAE**, v.30, n.6, p.1772-1775, 1987.
- Noblet, J; Etienne, M; Dourmad J.Y. Energetic efficiency of milk production. **The lactating sow**. Wageningen: Wageningen Pers, p.113-130, 1998.

- Nunes, C.G.V; Costa, E.P; Oliveira, R.F.M.; Donzele, J.L; Nunes, R.V; Carvalho, G.R., Efeito do Acondicionamento Térmico Ambiental sobre o Desempenho Reprodutivo da Fêmea Suína. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.4, p.854-863, 2003.
- Paiva, F.P; Donzele, J.L; Oliveira, R.F.M; Abreu, M.L.T; Costa, E.P.; Apolônio, L.R., Energia digestível em rações para porcas primíparas em lactação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 2, p. 234-241, 2006.
- Paterson, A.M., The controlled induction of puberty In: Cole, D.J.A.; Foxcroft, G.R. **Control of Pig Reproduction**. p.139-159, 1982.
- Pérez Laspiur, J. C; Farmer, B.J; Kerr, A; Zanella, N.L. Hormonal response to dietary L-arginine supplementation in heat-stressed sows. **Journal of Animal Science**, v.86, p.373-377, 2006.
- Pescador, C.A. Causas infecciosas de abortos e natimortos em suínos no Sul do Brasil. **Tese de doutorado**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 96p. 2008.
- Philippi Junior, C; Borchardt Neto, G.; Wentz, I.Redução do intervalo desmame-cobertura fértil em suínos através do manejo com o macho pré-desmame associado ou não ao desmame parcial das leitegadas. In: Salão de Iniciação Científica (Porto Alegre, RS). Porto Alegre: UFRGS/PROPESQ, 1994.
- Pluske, J.R; Williams, I.H; Zak, L.J; Clowes, E.J; Cegielski, A.C; Aherne F.X.Feeding lactating primiparous sows to establish three divergent metabolic states: III. Milk production and pig growth. **Journal of Animal Science**. v.76, p.1165-1171, 1998.
- Prunier, A; de Braganca, M.M; Le Dividich, J.Influence of high ambient temperature on performance of reproductive sows. **Livestock Production Science**, v.52, 123-133, 1997.
- Quesnel H. Nutritional and lactational effects on follicular development in the pig. In: Proceedings of the 8th International Conference on Pig Reproduction (Banff, Canada). p.121-134. 2009.
- Ramião, A.R.C. Avaliação dos efeitos do plano alimentar de porcas em gestação sobre a condição corporal e a prestação produtiva. **Dissertação de**

- Mestrado**, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal, 2016.
- Renaudeau, D.; Noblet, J., Effects of exposure to high ambient temperature and dietary protein level on performance of multiparous lactating sows. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1240-1249, 2001.
- Renaudeau, D.; Noblet, J.; Dourmad, J.Y. Effect of ambient temperature on mammary gland metabolism in lactating sows. **Journal of Animal Science**, v.81, p.217-231, 2003.
- Schenkel, A.C; Kummer, R; Schmidt, A.C.T; Fries, H.C.C; Bernardi, M.L; Bortolozzo, F.B; Wentz, I. Caracterização da síndrome do segundo parto em suínos. **In: XII Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos. Anais...** p. 252-253, 2005.
- Silva, R.T., Marcadores do estresse calórico. **In. Seminário Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Lacvet. Porto Alegre: UFRGS, 2010.**
- Silva, B.A.N; Oliveira, R.F.M; Donzele, J.L; Fernandes, H.C; Lima, A.L. Renaudeau, D; Noblet, J. Effect of floor cooling and dietary amino acids content on performance and behaviour of lactating primiparous sows during summer. **Livestock Science**, v. 120, p.25–34, 2009.
- Silveira, P.R.S; Bortolozzo, F; Wentz, I. Manejo da fêmea reprodutora. **In: Suinocultura intensiva – produção, manejo e saúde do rebanho. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, p.163-196, 1998.**
- Slack, N. **Administração da Produção**, 2º ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- Sousa, M.S. Comportamento, bem-estar e produtividade de porcas lactantes em função do tipo de maternidade no inverno, **Dissertação de Mestrado**, Universidade Federal de Viçosa, 69p. 2009.
- Stabenfeldt, G.H; Davidson, A.P; Brinsko, S.P. Reprodução e Lactação – Secção VI. **In: Cunningham, J. G. Tratado de Fisiologia Veterinária. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro 3 ed, p. 385–431, 2004.**
- Teixeira, H.S. Impacto do balanço eletrolítico sobre parâmetros reprodutivos da fêmea suína. **Dissertação de Mestrado**. Setor de Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Paraná, 60p. 2010.
- Thaker, M.Y.C; Bilkei, G. Lactation weight loss influences subsequent reproductive performance of sows. **Animal Reproduction Science**, v.88, 309-318, 2005.

- Tolon, Y; Nääs I. A.Avaliação de tipos de ventilação em maternidade de suínos. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.3, p.565-574, 2005.
- Tummaruk, P; Tantasuparuk, W; Techakump, M; Kunavongkrit, A.Association between growth rate, body weight, backfat thickness and age at first oestrus. **Animal Reproduction Science**. v.110, p.108–122, 2009.
- Van Der Lende, T. Mortalidade embrionária e fetal em suínos: causas, consequências e como prevenir estas perdas. **In:** Simpósio Internacional de Reprodução e Inseminação Artificial em Suínos, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: Embrapa Suínos e Aves, p.243-252, 2000.
- Zangeronimo, M.G; Fialho, E.T; Lima, J.D.F; Rodrigues, P.B; Murgas, L.D.S. Redução do nível de proteína bruta da ração suplementada com aminoácidos sintéticos para leitões na fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.849-856, 2006.

4. Avaliação da performance reprodutiva de fêmeas suínas submetidas a diferentes protocolos hormonais de sincronização da ovulação

Resumo

Pelo fato de existir ampla variabilidade no intervalo entre o desmame e o estro e também no intervalo estro-ovulação em fêmeas suínas, existe uma grande dificuldade em prever quando irão ocorrer estes eventos. Assim, utilização de hormônios indutores, permite a redução da variabilidade do momento destes intervalos e possibilita a realização de uma única inseminação artificial em tempo fixo. Desta forma, objetivou-se com este estudo avaliar a eficácia de duas classes de hormônios indutores da ovulação sob o desempenho reprodutivo de fêmeas suínas. Para isso, as porcas foram divididas em 3 grupos: Controle, com as fêmeas inseminadas de acordo manejo convencional (n=23; C); Buserelina, aplicação de 10 µg, via intra-muscular, 80 – 82 horas após desmame (n=25; B); e triptorelina, aplicação de 200 µg, via intra-vaginal, 96 – 98 horas após desmame (n=25; T). Não houve diferença entre os grupos para o intervalo desmame-ovulação (C=140,4±6,0 h; B=134,9±2,8h e T=138,7±2,1h), no entanto, as fêmeas dos tratamentos B e T concentraram as ovulações em menor período que as fêmeas do tratamento C. O uso da triptorelina (T) mostrou-se mais eficiente em induzir a ovulação em menor tempo após a aplicação hormonal em comparação ao uso da buserelina (B) (42,7±2,1 vs 50,9±2,8 h). Já em relação às taxas de prenhez (C=91; B=76 e T=88%) e de parto (C=91; B=72 e T=84%) os tratamentos não apresentaram diferença entre si (p>0,05), porém, quando avaliado o número de leitões nascidos (LN) e o número de leitões nascidos vivos (NV) o tratamento com uso da Buserelina (19,4±0,6 leitões) apresentou melhores resultados que os obtidos nos tratamentos C (15,7±0,8 leitões) e T (16,7±0,7 leitões) para LN e melhor do que o tratamento C para NV (C=13,6±0,7; B=16,9±0,6 e T=15,0±0,6 leitões). Quanto aos valores médios para o peso da leitegada (PL), não houve diferença entre os grupos de tratamentos C, B e T (C=1,46±0,04; B=1,30±0,04 e T=1,41±0,07 kg, respectivamente). Diante do exposto, o uso de protocolos de indução de ovulação com Buserelina e Triptorelina foi eficaz em concentrar os partos em menor período, aumentar o número de leitões nascidos vivos e totais que as fêmeas não tratadas. Portanto, sendo uma alternativa

biotecnológica para utilização em granjas comerciais no intuito de otimizar o manejo nas diferentes fases de produção, com a redução do número de doses/fêmea/ano e redução da mão-de-obra para detecção de estro e inseminação artificial, e consequentemente redução do custo da IA.

Abstract

Because there is wide variability in the interval between weaning and estrus and also in the estrus-ovulation interval in sows, there is a huge difficulty in predicting when these events will occur. Thus, the use of inducing hormones allows the reduction of variability of the moments of intervals and allows the implementation of a single fixed time artificial insemination. Thereby, the objective of this study was to evaluate two kinds of inducing ovulation hormones under the reproductive performance of female pigs. For this, sows were shared in three groups: Control, where sows were inseminated according to the conventional handling (n=23; C); buserelin, application of 10 µg, intramuscularly, 80 - 82 hours after weaning (n=25; B); e triptorelin, intra-vaginal application of 200 µg, 96 - 98 hours after weaning (n=25; T). There was no difference between groups for weaning-ovulation interval (C=140,4±6,0 h; B=134,9±2,8h and T=138,7±2,1h), however, sows from treatments B and T concentrated the ovulations in a shorter period compared to sows from treatment C. The use of triptorelin (T) was shown to be more efficient to induce the ovulation in a shorter time after a hormonal application compared to the use of buserelin (B) (42,7±2,1 vs 50,9±2,8 h). Regarding pregnancy rates (C=91, B=76 and T=88%) and birth (C=91, B=72 and T=84%), no difference was found between treatments (p>0.05), however, when number of piglets born (LN) and number of piglets born alive (NV) were evaluated, buserelin treatment (19,4±0,6 piglets) showed better results than treatments C (15,7±0,8 piglets) and T (16,7±0,7 piglets) for LN and better than treatment C for NV (C=13,6±0,7; B=16,9±0,6 and T=15,0±0,6 piglets). Regarding the mean values for litter weight (PL), there was no difference between treatment groups C, B and T (C=1,46±0,04; B=1,30±0,04 and T=1,41±0,07 kg, respectively). Given the above, the use of ovulation induction protocols using buserelin and triptorelin was effective to concentrate births in a shorter period, increase number of live and total born piglets compared to non-treated sows. Therefore, being a biotechnological alternative for use in commercial farms with

intention of optimizing the management at different stages of production, with a reduction in the number of doses/ sow/ year and reduction of labor requirements for estrus detection and artificial insemination, and consequently reducing the cost of AI.

Introdução

No sistema de produção suinícola, muitas vezes existe a necessidade de realizar múltiplas inseminações a fim de assegurar um número de células espermáticas viáveis no reservatório espermático no momento da ovulação, fazendo com que o número de espermatozoides utilizados por fêmea/estro seja elevado. Desta forma, algumas doses inseminantes podem ser utilizadas em períodos desnecessários, representando aumento de custo no processo de inseminação artificial (Ulguim *et al.*, 2014). Ainda, o estro das fêmeas suínas é caracterizado por um período de longa duração e, a variabilidade do momento da ovulação também é ampla, e isso, reforça essa necessidade durante o processo de produção. Além disso, torna-se difícil obter homogeneidade nas datas de cobertura, visto que as fêmeas podem estar inseridas em diferentes classes de ordem de parto *status* corporal.

Assim, em função do elevado número de doses e células espermáticas utilizadas por fêmea na inseminação artificial convencional, estratégias que buscam reduzir o número de células espermáticas/fêmea/ano, associadas à redução do número de doses/fêmea/estro (Bortolozzo *et al.*, 2011), por meio da manipulação do momento da ovulação com uso de hormônios indutores, permite a redução da variabilidade do momento deste evento por possibilitar a realização de uma única inseminação artificial em tempo fixo, no período mais próximo à ovulação (Cassar *et al.*, 2005). Assim, por meio da indução hormonal no início do crescimento folicular, a fim de estimular a ovulação é possível realizar uma única inseminação em momento predefinido sem que haja a necessidade da detecção do estro, o que possibilita otimizar o processo produtivo reduzindo a mão de obra no setor da gestação, podendo esta, ser deslocada para setores de maior demanda, além de proporcionar redução do custo de produção com reprodutores ou doses espermáticas oriundas de centrais de coleta e processamento de sêmen. Portanto, objetivou-se avaliar a eficácia de duas classes de hormônios indutores da ovulação sobre o desempenho reprodutivo de fêmeas suínas.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em uma granja comercial, localizada no município de Teixeira-MG, que aloja 1600 matrizes, no período de agosto de 2017 a janeiro de 2018. A granja está localizada a 20° 36' 12,0" latitude Sul e 42° 54' 32,5" longitude Oeste, com altitude média de 648m, temperatura média anual de 21,7°C, índice pluviométrico anual de 1.211mm e clima do tipo Cwa (inverno seco e verão chuvoso) pela classificação de Köppen. Todos os procedimentos adotados neste estudo foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFV). Processo nº 356/2015, no dia 07/04/2015.

Instalações e Alimentação

Após o desmame (21 dias pós-nascimento dos leitões) e até o momento da inseminação, as fêmeas receberam alimentação à vontade de uma dieta à base de milho e soja (14% PB, 0,65% de lisina digestível e 3200 kcal EM/kg). Após a inseminação artificial e até os 93 dias de gestação as fêmeas receberam entre 2 e 2,5 kg/dia de ração, e após os 93 dias de gestação e até serem transferidas para as salas de parto, receberam de 2,5 a 2,8 kg/dia de ração. O acesso à água foi à vontade durante todo o período experimental. As fêmeas desmamadas foram alojadas em gaiolas individuais com piso compacto e alimentadores automáticos, até o momento da transferência para a sala de parto (uma semana antes da data prevista de parto).

O manejo de desmame na granja era realizado às quintas-feiras de 08:00 às 09:30 (h). As temperaturas máximas e mínimas foram mensuradas durante o período da lactação, anterior aos tratamentos, e nos primeiros 30 dias de gestação.

Detecção do estro

O manejo de detecção do estro nas fêmeas do tratamento controle (C) foi realizado diariamente em dois períodos, 08:00 às 9:00 e 15:30 às 16:30, pelo contato focinho-focinho (animal posicionado no corredor, no lado externo da baia, permitindo apenas contato frontal; neste caso, reflexo de tolerância ao macho), com

auxílio de um rufião sexualmente maduro associado ao teste de pressão lombar, realizado pelo homem (Reflexo de tolerância ao homem). As fêmeas que se apresentaram positivas ao reflexo de tolerância na presença do macho foram consideradas em estro. A passagem do macho foi realizada até o sétimo dia após o desmame nas fêmeas do tratamento controle, e aquelas que não demonstrassem reflexo de tolerância foram consideradas em anestro e foram removidas do experimento, assim como as fêmeas selecionadas para os tratamentos hormonais que apresentassem estro antes do terceiro dia pós-desmame e foram inseminadas conforme o protocolo da granja.

Delineamento experimental

Foram utilizadas 73 fêmeas desmamadas de terceira a quinta ordem de partos e com escore corporal variando de 2,5 a 4 (escore condição corporal de 1-5) (Figura 1), distribuídas aleatoriamente em três tratamentos, Controle (C=23), Acetato de Buserelina (B=25) e Acetato de Triptorelina (T=25). No tratamento controle (C), as porcas foram inseminadas em três períodos (0h, 24h e 48h) após a detecção do estro, de acordo com o manejo convencional da granja. Já nos tratamentos em que foram realizadas induções hormonais (B e T), as fêmeas foram inseminadas uma única vez, independente da fêmea estar em estro ou não. Nas porcas que receberam acetato de buserelina (10 µg; 2,5 mL, MSD) como indutor de ovulação (B), as aplicações hormonais, via intramuscular, foram realizadas 80-82 horas após o desmame, e as inseminações efetuadas entre 30 a 32 horas após as aplicações do hormônio. As porcas do tratamento (T) foram sincronizadas com acetato de triptorelina (200 µg; 2,0 mL, Elanco) com aplicação via intravaginal (gel) 96-98 horas após o desmame, sendo as inseminações realizadas 24 horas após as aplicações hormonais.

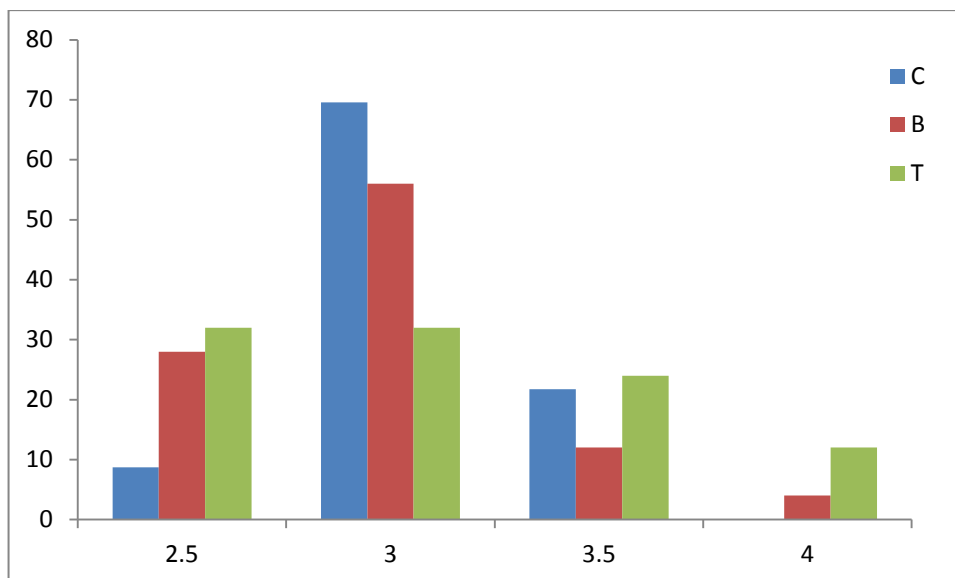


Figura 1: Condição de escore corporal das fêmeas de acordo com o tratamento

Análises Ultrassonográficas

Posteriormente ao desmame, as fêmeas foram submetidas à exames ultrassonográficos, via transabdominal (caudal à última costela) para a visualização dos ovários e acompanhamento do desenvolvimento folicular até a confirmação das ovulações em intervalos de 12 horas, utilizando transdutor convexo 5-MHz (Mindray DPS, Vet 220). Desta forma, foi avaliado o intervalo do desmame às ovulações, e o intervalo da aplicação hormonal e a ovulação. Estas avaliações foram realizadas para confirmar se as fêmeas receberam pelo menos uma inseminação 24 horas antes das ovulações, período considerado ideal segundo Kemp e Soede, (1996), e se haviam sido inseminadas precocemente ou tardiamente em relação às ovulações.

Concentração espermática das doses de sêmen

Foram utilizadas doses de sêmen de um único reprodutor, oriundo de Central de Coleta e Processamento de Sêmen (CCPS). As doses foram estocadas em refrigeradores específicos Elber avaliadas anteriormente a cada período de inseminação, respeitando sempre a porcentagem mínima de 55% de motilidade espermática progressiva retilínea, como preconizado pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (2013) para sêmen resfriado de suíno. A concentração das doses inseminantes foi de $1,5 \times 10^9$ de espermatozoides viáveis em volume de 50 mL (sêmen + diluente). Todas as porcas nos diferentes tratamentos foram

inseminadas utilizando o método de inseminação artificial pós-cervical (Diehl *et al.*, 2006) realizado sem a presença de rufião em frente às fêmeas.

Diagnóstico de gestação

O diagnóstico de gestação foi realizado entre 28 e 30 dias após a inseminação artificial por exames ultrassonográficos, via transabdominal, para obtenção da taxa de prenhez. Além da taxa de prenhez e do período de ovulação pós-desmame e pós-indução hormonal, as outras variáveis analisadas foram taxa de parto, número de leitões nascidos, número de leitões nascidos vivos e peso da leitegada ao nascimento.

Análises estatísticas

O experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado de acordo com o modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Em que: Y_{ij} = resposta; μ = constante; T_i = efeito de tratamento; e e_{ij} = erro aleatório.

Para a análise dos dados foi utilizado o *Statistical Analysis System* (SAS, 2002). As taxas de ovulação ao longo do período de avaliação foram analisadas por análise de sobrevivência (*LIFETEST Procedure*). As médias de tempo de ovulação, número de leitões nascidos, e número de leitões nascidos vivos foram avaliados por análise de variância (*ANOVA Procedure*) e as médias comparadas pelo teste de Tukey. Os dados referentes às taxas de gestação e de partos foram arranjados em tabelas de contingência e analisados pelo teste de Freeman-Halton (*FREQ Procedure*). Os efeitos das variáveis, tempo de ovulação pós-desmame e tempo de ovulação pós-indução sobre as probabilidades de gestação e parto foram avaliados por regressão logística (*LOGISTIC procedure*). Os dados de escore de condição corporal (ECC) foram avaliados pelo teste de Kruskal-Wallis (*NPAR1WAY Procedure*). O nível de significância adotado foi $\alpha = 0.05$.

Resultados

Os valores médios obtidos nos diferentes tratamentos não diferiram em relação ao intervalo do desmame e a ovulação ($p>0,05$), onde, no tratamento controle a média deste intervalo foi de $(140,4\pm6,0\text{ h})$ e nos grupos cujas fêmeas receberam GnRH exógeno, as médias foram de $(134,9\pm2,8\text{ h})$ e $(138,7\pm2,1\text{ h})$ para as fêmeas induzidas com acetato de buserelina (B) e acetato de triptorelina (T), respectivamente (Tabela 1). Porém, as fêmeas que receberam aplicações dos fármacos concentraram as ovulações em intervalos menores quando comparada às fêmeas do tratamento C, que apresentaram maior dispersão em relação às ovulações (Figura 2; $p<0,05$). Esta mesma figura ilustra que houve menor percentual acumulativo ($p<0,05$) das fêmeas do tratamento C, ovulando em até 132 horas quando comparadas às fêmeas do tratamento B, e menor percentual acumulativo até 156 horas do que as fêmeas do tratamento T.

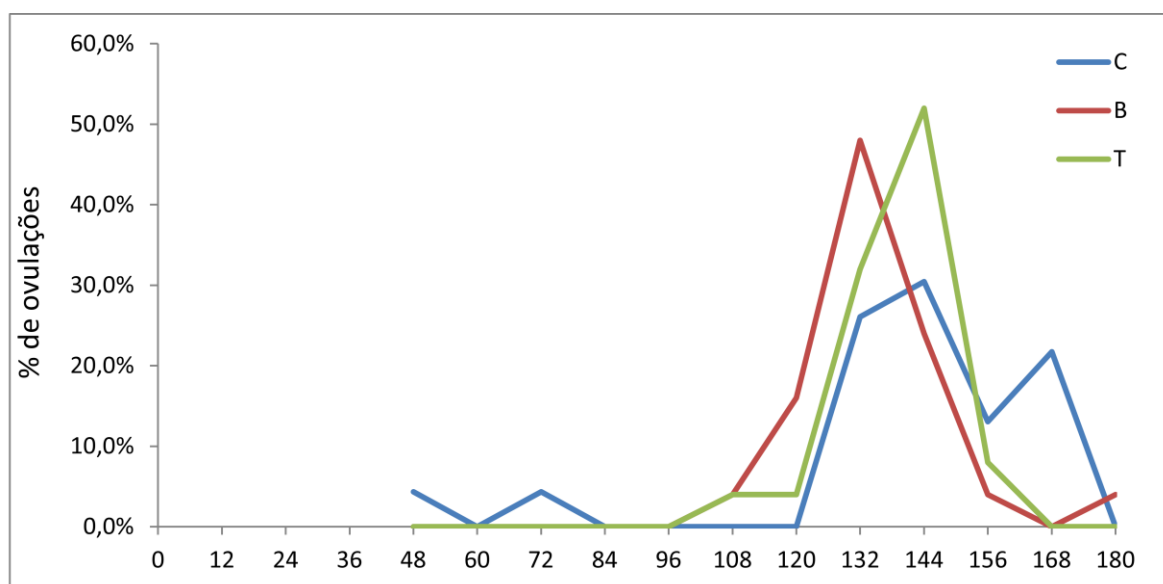


Figura 2: Percentual de fêmeas suínas com ovulações em diferentes momentos após o desmame, submetidas ou não a protocolos de indução de sincronização de ovulações com Acetato de Buserelina (B), Acetato de Triptorelina (T) e as fêmeas controle (C)

Considerando o momento ideal da realização da inseminação artificial em relação à ovulação de acordo com o tratamento, não houve diferença ($p>0,05$) entre os grupos sendo que 92% das fêmeas do tratamento C, 80 e 88% das fêmeas dos tratamentos B e T respectivamente, foram inseminadas no momento ideal em relação às ovulações. Nos grupos onde as fêmeas receberam tratamento hormonal, as taxas de gestação observadas reduziram quando a inseminação foi realizada após 60 horas de detecção das ovulações (figura 2). Adicionalmente, na figura 3 é

demonstrado que mais fêmeas do tratamento T completaram a ovulação em até 60 horas pós-indução hormonal quando comparadas às fêmeas do tratamento B.

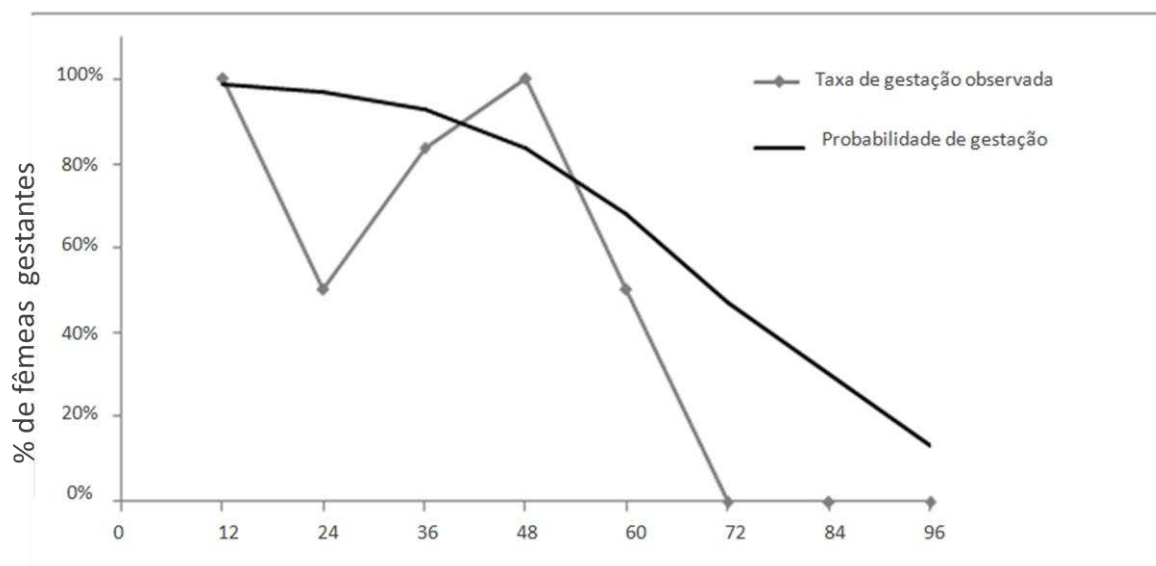


Figura 3: Percentual de fêmeas suínas com probabilidade de gestação a partir da detecção das ovulações após aplicação de Acetato de Buserelina (80 – 82 horas) e Acetato de Triptorelina (96 – 98 horas) após o desmame

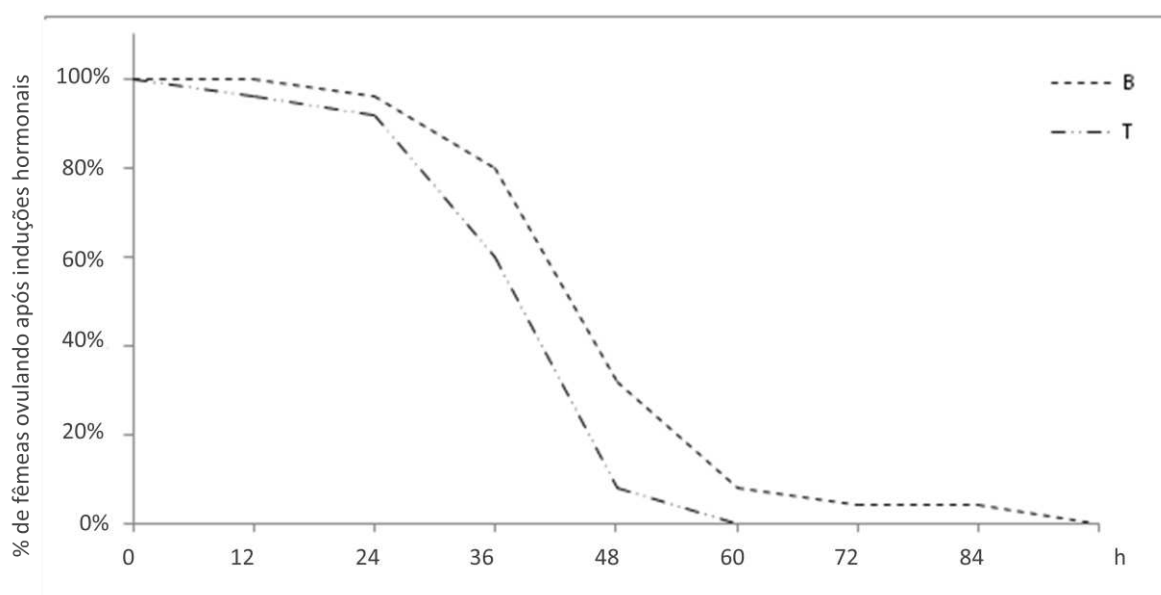


Figura 4: Momento das ovulações em suínos após aplicação de Acetato de Buserelina (B, 80 – 82 horas) e Acetato de Triptorelina (T, 96 – 98 horas) após o desmame

Já em relação ao intervalo da aplicação dos hormônios de indução e a ovulação, na tabela 1 mostra que as fêmeas do tratamento T ovularam mais cedo ($p < 0,05$) após aplicação de acetato de triptorelina quando comparadas às fêmeas do tratamento B ($42,7 \pm 2,1$ vs $50,9 \pm 2,8$ h). Na figura 4 é ilustrado o momento onde as

ovulações se concentraram após a aplicação hormonal e, também na tabela 1 estão sumariadas as médias das ovulações após o desmame e após o estro.

Tabela 1: Tempo (horas) de ovulações das fêmeas suínas, submetidas ou não à protocolos de indução de sincronização de ovulações

Tratamento	Ovulação pós desmame	Ovulação pós Estro	Ovulação pós indução
Controle	140,3±6,0 ^a	59.0 ±3.6	-
Buserelina	134,9±2,8 ^a	-	50.9 ±2.8 ^a
Triptorelina	138,7±2,1 ^a	-	42.7 ±2.1 ^b

^{a,b} na mesma coluna indicam diferença entre os tratamentos (P<0,05) pelo teste Tukey.

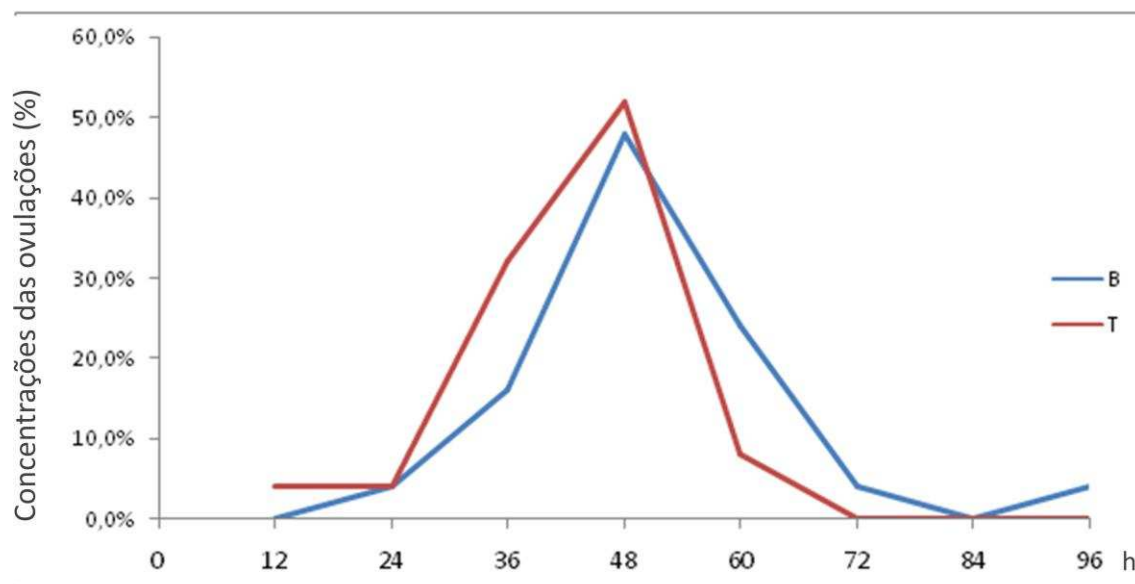


Figura 5: Tempo (horas) onde as ovulações em suínos se concentraram após aplicação de Acetato de Buserelina (B, 80 – 82 horas) e Acetato de Triptorelina (T, 96 – 98 horas) após o desmame

Para as taxas de prenhez e de parto não foi observado diferença entre as fêmeas nos diferentes tratamentos ($p>0,05$). Porém, quanto às taxas reprodutivas relacionadas ao número total de leitões nascidos e ao número de leitões nascidos vivos, houve diferença entre os tratamentos, sendo que o tratamento B apresentou maior média de total de leitões nascidos em comparação aos tratamentos C e T ($p<0,05$), além de maior média de leitões nascidos vivos em relação ao tratamento C ($p<0,05$). Com relação ao peso da leitegada ao nascimento, não houve diferença entre os tratamentos ($p<0,05$; Tabela 2).

Tabela 2: Desempenho reprodutivo de fêmeas suínas, submetidas ou não a protocolos de indução de sincronização de ovulações com Acetato de Buserelina (B, 80 – 82 horas) e Acetato de Triptorelina (T, 96 – 98 horas) após o desmame

Variáveis	Tratamentos		
	Controle	Buserelina	Triptorelina
Taxa de parto (%)	91 ^a	72 ^a	84 ^a
Total de leitões nascidos	15.7 ± 0.8 ^b	19.4 ± 0.6 ^a	16.7 ± 0.7 ^b
Leitões nascidos vivos	13.6 ± 0.7 ^b	16.9 ± 0.6 ^a	15.0 ± 0.6 ^{ab}
Peso da leitegada	1.46 ± 0.04 ^a	1.30 ± 0.04 ^a	1.41 ± 0.07 ^a

^{a,b} na linha indicam diferença entre os tratamentos (P<0,05) pelo teste de Tukey.

Foi possível observar também, que as fêmeas de ambos os tratamentos que receberam aplicações de análogos de GnRH, quando comparadas às fêmeas do tratamento controle, apresentaram menor intervalo do parto da primeira e da última porca integrantes do ensaio, onde, as fêmeas tratadas com fármacos apresentaram intervalo de no máximo 3 dias, enquanto que para as fêmeas não tratadas, esse intervalo foi de até 6 dias, desta forma, os fármacos proporcionaram maior concentração dos partos.

As temperaturas máximas e mínimas foram aferidas durante o período da lactação anterior ao início dos tratamentos no setor da maternidade e até os 30 dias de prenhez no setor da gestação. Foi observado que as fêmeas permaneceram a maior parte do tempo fora da zona de conforto térmico (Moura, 1999) durante as mensurações (figuras 5 e 6).

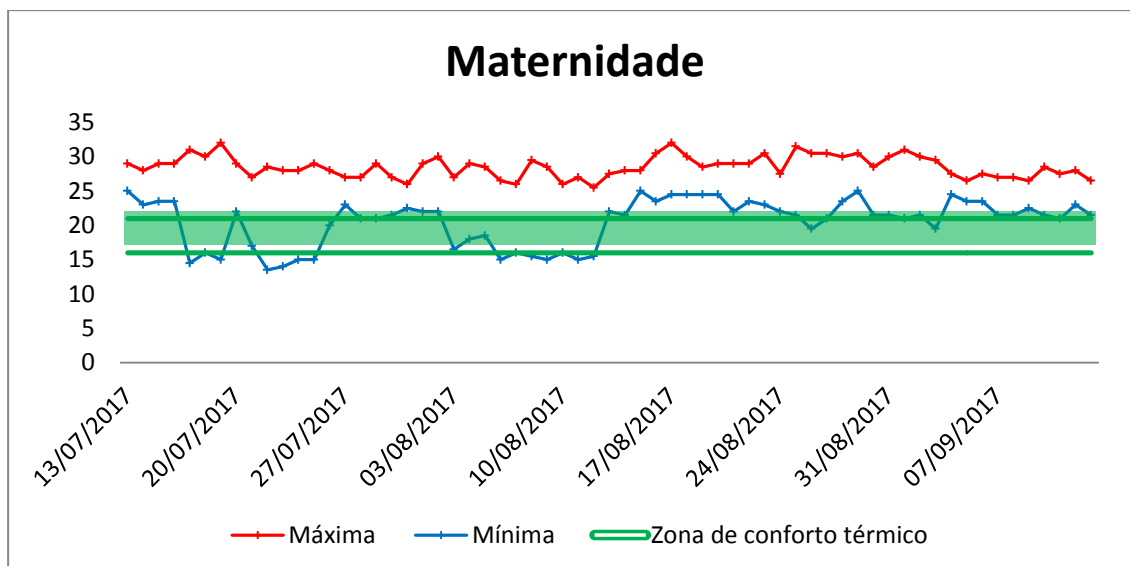


Figura 6: Temperaturas (°C) no setor da maternidade. A faixa verde indica a zona de conforto térmico (16 a 21°C)

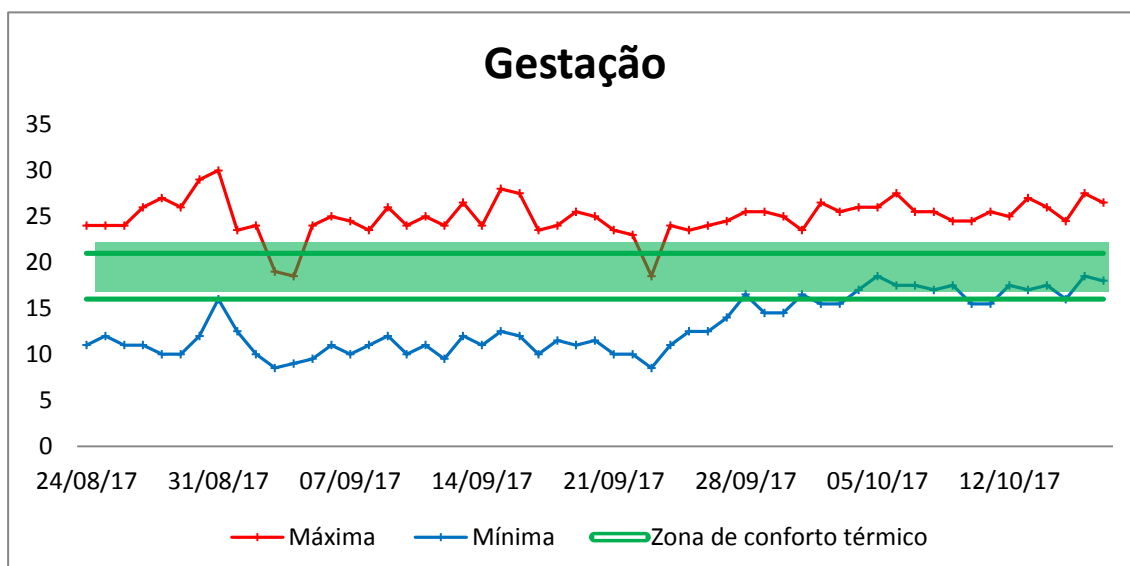


Figura 7: Temperaturas (°C) no setor da gestação. A faixa verde indica a zona de conforto térmico (16 a 21°C)

Discussão

Visto que esperava-se no presente estudo, uma redução no intervalo desmame-ovulação nas fêmeas que receberam tratamento hormonal em relação às do tratamento controle, conforme observado por Driancourt *et al.* (2013) e Barocello *et al.* (2017) utilizando buserelina e Taibl *et al.* (2007) e Knox *et al.* (2011) utilizando triptorelina, no entanto, este intervalo não foi influenciado pelas aplicações dos fármacos ($C=140,4\pm6,0$; $B=134,9\pm2,8$ e $T=138,7\pm2,1$ horas), conforme observado por Martinat-Botté *et al.* (2010) e Johnston *et al.* (2009) para buserelina e triptorelina, respectivamente.

Contudo, ao analisar o percentual de fêmeas ovulando em até 144 horas pós desmame, os indutores foram mais eficientes (B=84 e T=88%) em antecipar e concentrar as ovulações até este período em comparação ao tratamento controle (65%). Resultado este, semelhante ao verificado por Taibl *et al.* (2007), onde foi observado que as fêmeas tratadas com acetato de triptorelina foram mais eficientes em sincronizar as ovulações em relação às que não foram tratadas. Das fêmeas tratadas com esse análogo, 78,2% ovularam em até 144 horas após o desmame, enquanto somente 45,8% das fêmeas do tratamento controle ovularam neste mesmo período. Da mesma forma Barocello *et al.* (2017) ao induzirem a ovulação em porcas com acetato de buserelina, demonstraram que este fármaco foi eficaz em agregar a ovulação de 98,3% fêmeas em até 142 horas pós desmame, em comparação aos 71,7% das fêmeas que não receberam o tratamento hormonal. Outros fármacos também se mostraram eficientes em sincronizar e antecipar a ovulação em fêmeas suínas, associados ou não a análogos de FSH, tais como pLH (Cassar *et al.*, 2005; Fontana *et al.*, 2014), eCG e pLH (Candine *et al.*, 2005) e acetato de lecirelina (Fries *et al.*, 2010), mostrando que os fármacos disponíveis são efetivos em concentrar as ovulações. Portanto, é necessário ressaltar que esta sincronização pode variar de acordo com o indutor utilizado, uma vez que o local de ação diverge conforme o hormônio de escolha.

Desta forma, é importante enfatizar que os análogos de GnRH atuam na glândula pituitária estimulando a liberação de LH endógeno (Brüssow *et al.*, 2009) e atingem sua concentração máxima 2 a 4 horas após a aplicação de GnRH, mantendo esta concentração por 6 a 8 horas (Brüssow *et al.*, 1990). Esse pico de LH ocasionado a partir da injeção de GnRH endógeno é mais curto em relação ao que ocorre naturalmente, porém, prolonga a duração do mesmo por agir em conjunto a ele (Gooneratne *et al.*, 1989). No presente estudo, as fêmeas foram induzidas com acetato de triptorelina e acetato de buserelina 96-98 e 80-82 horas após o desmame, respectivamente, sendo que no tratamento (T) houve menor intervalo do momento da aplicação hormonal e as ovulações em relação ao tratamento com buserelina ($42,7 \pm 2,1$ vs $50,9 \pm 2,8$ horas). Esses resultados assemelham-se aos verificados por Stewart *et al.* (2010) com uso de triptorelina ($41,2 \pm 3,8$ h) e aos de Martinat-Botté *et al.* (2010) que usaram a buserelina (49 ± 9 h).

Uma condição prévia para que seja possível obter sucesso em adotar programas de IATF é a sincronização e antecipação da ovulação para um

determinado período, permitindo que a inseminação artificial seja efetuada no máximo 24 horas antes da ovulação, período no qual, segundo Soede *et al.* (1997), estimado como o ideal para a realização da IA. De acordo com a recomendação de Martinat-Botté *et al.* (2010) a aplicação de buserelina deve ser executada por volta de 90 horas após o desmame, sendo mais tarde do que a aplicação efetuada neste estudo (80-82 horas). Isto pode explicar o pequeno percentual a mais de fêmeas sendo inseminadas fora do momento ideal no tratamento B em relação aos outros tratamentos. As vantagens em concentrar as ovulações em períodos determinados estão direcionadas no sentido de possibilitar a redução do número de inseminações por fêmea, otimização da mão de obra no setor de gestação, planejamento exato sobre as doses de sêmen necessárias por grupo de cobertura, programação de ações de inseminação artificial, parição e cuidados com leitões, redução da variabilidade do período gestacional das fêmeas e consequente idade dos leitões ao desmame (Bortolozzo *et al.*, 2015).

Divergente dos resultados verificados no presente estudo, Barocello *et al.* (2017) verificaram diferença relacionada à taxa de parto tratando 165 fêmeas por grupo. No grupo controle a taxa de parto foi de 93,7%, enquanto que no grupo tratado com acetato de buserelina foi de 82,2%, estes resultados, corroboram com os obtidos por Driancourt *et al.* (2013) onde os autores também verificaram diferença na taxa de parto empregando protocolo similar ao deste estudo. As fêmeas do tratamento com buserelina testadas por estes autores apresentaram 88,1% desta taxa, comparadas as fêmeas do tratamento controle que apresentaram 84,1%. Portanto, cabe enfatizar que diferente do presente estudo, Driancourt *et al.* (2013) excluíram do experimento as fêmeas que não manifestaram estro no momento pré determinado da inseminação artificial (30-33 horas após a aplicação hormonal).

Estudos recentes mostram resultados semelhantes aos deste, quando fêmeas tratadas com acetato de triptorelina e inseminadas uma única vez, não apresentaram diferença quanto às taxas de prenhez e de parto, comparadas às fêmeas não tratadas recebendo múltiplas inseminações. Os resultados apresentados tanto por Rodrigues (2018), quanto por Knox *et al.* (2017b), demonstram que não houve diferença para a taxa de parto entre as fêmeas que receberam o tratamento hormonal e as fêmeas do grupo controle. Assim, os valores obtidos por Knox *et al.* (2017b) relacionados à taxa de parto foram de 82,5% para o grupo de fêmeas induzidas com triptorelina e 89,7% para as fêmeas do grupo

controle, enquanto os valores obtidos por Rodrigues (2018) foram de 75,4% para as porcas induzidas e 88,7% para as não induzidas com acetato de triptorelina.

Apesar de não ter sido observada diferença significativa relacionada às taxas de prenhez e de parto, nos tratamentos Controle, Buserelina e Triptorelina, o número total de leitões nascidos e o número de leitões nascidos vivos foi afetado de acordo com o tratamento, onde, o grupo B apresentou valores superiores para ambas as variáveis quando comparado ao grupo C, e para total de leitões nascidos em relação ao tratamento T. De forma geral, é esperado que não haja diferença referente ao tamanho da leitegada ao induzir a ovulação em porcas com o intuito de realizar apenas uma IA. No entanto, é possível relevar a possibilidade de aumentar o número de leitões viáveis a partir de indutores de ovulação. Nesse sentido, Jong *et al.* (2014) ao testar como fármaco o hormônio sintético PMSG a fim de induzir a ovulação em porcas primíparas, constatou que as fêmeas tratadas com este fármaco apresentaram maior número total de leitões nascidos em comparação ao tratamento controle, porém, estes autores não identificaram diferença entre os tratamentos quanto ao número de leitões vivos para esta mesma categoria de fêmeas. Entretanto, a maioria dos trabalhos onde foram testados os mesmos indutores que o presente estudo, indicaram que o tamanho da leitegada não foi influenciado pelos tratamentos. Nos estudos conduzidos por Knox *et al.* (2011), Knox *et al.* (2014), Rostagno *et al.* (2016), Knox *et al.* (2017b) e Rodrigues (2018) testando acetato triptorelina, assim como os conduzidos por Martinat-Boté *et al.* (2010), Driancourt *et al.* (2013) e Barocello *et al.* (2017) com buserelina, não foram verificadas diferenças no tamanho da leitegada.

Outra vantagem em agrupar as inseminações para um momento pré-determinado é favorecer também a concentração dos partos. No presente estudo, foi observada diferença de até 3 dias no intervalo dos partos entre a primeira e a última fêmea tratadas com análogos de GnRH e as fêmeas não tratadas. Concentrar os partos muitas vezes não é tido como vantagem para grande parte dos envolvidos na cadeia suinícola, com a justificativa de que o aumento na demanda de mão de obra com muitas fêmeas parindo quase, ou, simultaneamente não beneficia por isso, a biotécnica. No entanto, ao otimizar o manejo no setor de gestação com a redução do número de inseminações, sendo estas também efetuadas em um determinado período, é possível direcionar mão de obra ociosa neste setor para o atendimento ao parto e cuidado com os leitões neonatos nas maternidades, buscando reduzir a

mortalidade nas primeiras semanas de vida (Ulguim *et al.*, 2016). Segundo DiPietre *et al.* (2016) e Johnston *et al.* (2016) a maior concentração dos partos pode proporcionar também redução na variabilidade da duração da lactação, além de possibilitar dias adicionais de lactação para os leitões, resultando em maior idade destes ao desmame. Ainda, de acordo com DiPietre *et al.* (2016) ao concentrar os partos é possível otimizar em até 39,6% a taxa de ocupação no setor das maternidades, quando a IATF é associada a indução de parto. Esses autores demonstram que é possível obter vantagem com a aplicação da IATF quanto à concentração dos partos, uma vez que a partir da menor variabilidade na idade dos leitões, aliada à redução da taxa de ocupação nas maternidades aumentam as possibilidades de melhorar o *status* sanitário do rebanho.

Considerações finais

As fêmeas tratadas com acetato de triptorelina apresentaram resultados mais próximos às fêmeas do tratamento controle, indicando que este fármaco pode ser uma alternativa interessante para os programas reprodutivos. É importante enfatizar também a possibilidade de aumento do número de leitões nascidos a partir de programas que utilizam a IATF.

Os avanços relacionados à inseminação artificial na suinocultura se direcionam no sentido da redução do número de células espermáticas necessárias durante o processo de produção, sem que haja perdas na produtividade. A partir do momento que isso ocorre, significa dizer que houve a possibilidade de otimizar processos produtivos, associados principalmente, à melhor difusão e aproveitamento de material genético e ao planejamento das coberturas no setor da gestação. Este último, proporciona otimização no manejo da maternidade, por contribuir com um menor intervalo dos partos de fêmeas do mesmo lote, favorecendo o mais adequado uso das instalações, o que intensifica a melhora do *status* sanitário do rebanho. A maior demanda por mão de obra no setor da maternidade é compensada pela redução da necessidade de colaboradores na gestação, assegurando assistência às porcas durante o parto, e aos leitões nas primeiras horas de vida. Além disso, permite melhor planejamento durante o processamento ou recebimento de doses espermáticas evitando desperdício e/ou utilização de doses desnecessárias, reduzindo também os custos.

Desta forma, a IATF é uma ferramenta importante durante o processo de reduzir o número de células espermáticas, proporcionando também melhor aproveitamento de material genético e, estudos voltados a esta biotecnologia contribuem ainda para a otimização de outros processos ao longo da produção.

Referências Bibliográficas

- BARONCELLO, E; BERNARDI, M. L.; KUMMER, A. D.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Fixed - time post - cervical artificial insemination in weaned sows following buserelin use combined with/without eCG. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 52, n. 1, p. 76-82, 2017.
- BORTOLOZZO, F.P.; SBARDELLA, P.E.; FERRARI, C.V.; *et al.* Inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em suínos: é uma realidade ou apenas ficção? XV Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos. **ABRAVES**, Fortaleza, Ceará. ANAIS: PALESTRAS. p.192-204. 2011.
- BORTOLOZZO, F. P.; FACCIN, J. E. G.; LASKOSKI, F.; *et al.* Desafios e potencialidades para o manejo reprodutivo da fêmea suína. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 39, n. 1, p. 97-103, 2015.
- BRÜSSOW, K.P.; RATKY, J.; KANITZ, W.; BECKER, F. The relationship between the surge of LH induced by exogenous Gn-RH and the duration of ovulation in gilts. **Reproduction in Domestic Animals**, v.25, p.255-260, 1990.
- BRÜSSOW, K. P.; SCHNEIDER, F.; KANITZ, W.; *et al.* Control of Pig Reproduction VIII, **Proceedings...** of the Eight International Conference on Pig Reproduction, Canadá, 2009.
- CASSAR, G.; KIRKWOOD, R.N.; POLJAK, Z.; *et al.* Effect of single or double insemination on fertility of sows bred at an induced estrus and ovulation. **J Swine Health Prod**, v.13, p.254–258, 2005.
- DIEHL, G. N.; AMARAL FILHA, W. M. S.; KUMMER, R., Nova pipeta para inseminação intra-uterina em suínos. **Ciência rural**. Santa Maria, RS. v. 36, n. 1 p. 179-185, 2006.
- DIPIETRE, D.; MULBERRY, L.; DAU, D. The opportunity cost of utilizing farrowing room space as late-term gestation. **In**. Proceedings of the 24th IPVS Congress Ireland, Dublin, p. 377, 2016.

- DRIANCOURT, M.A.; COX, P.; RUBION, S.; *et al.* Induction of an LH surge and ovulation by buserelin (as Receptal) allows breeding of weaned sows with a single fixed-time insemination. **Theriogenology**, v.80, p.391-399, 2013.
- FONTANA, D.L.; ULGUIM, R.R.; SBARDELLA P.E.; *et al.* Fixed-time post-cervical artificial insemination in sowsreceiving porcine luteinising hormone at oestrus onset. **Anim Reprod Sci**, v.144, p.109– 114, 2014.
- FRIES, H.C.C. **Utilização de um análogo do hormônio liberador de gonadotrofinas (lecirelina) na indução e na sincronização da ovulação em porcas**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 85p. 2010.
- GOONERATNE, A.D.; KIRKWOOD R.W.; THACKER P.A. Effects of injection of gonadotropin-releasing hormone on sow fertility. **Journal of Animal Science**, v.69, p.123-129, 1989.
- JOHNSTON, M. E.; GAINES, A. M.; SWANSON, M. E.; *et al.* Timed insemination following GnRH agonist administration in weaned sows. **In:** International Conference on Pig Reproduction, p.170, 2009.
- JOHNSTON, M. E.; SCONYERS, G.; PADILHA, P. Use of OvuGel improves pigs Born alive per 100 sows weaned and increases average age of pigs weaned. **In.** Proceedings of the 24st IPVS Congress Ireland, Dublin, p. 393, 2016.
- JONG, E.**Weaning practices and culling policy Critical steps for optimal reproductive performance of female breeding pigs**. Tese (Doutorado), Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, 256p. 2014.
- KEMP, B.; SOEDE, N. M., Relationship of weaning-to-estrus interval to timing of ovulation and fertilization in sows. **J Anim Sci**, v. 74, n. 5, p. 944-949, 1996.
- KNOX, R. V.; WILLENBURGC, K.L.; RODRIGUEZ-ZASA, S. L., *et al.* Synchronization of ovulation and fertility in weaned sows treated with intravaginal triptorelin is influenced by timing of administration and follicle size. **Theriogenology**. v.75, p.308–319, 2011.
- KNOX, R.V.; TAIBL, J.N.; BREEN , S.M.; *et al.* Effects of altering the dose and timing of triptorelin when given as an intravaginal gel for advancing and synchronizing ovulation in weaned sows. **Theriogenology**, v.82, p.379–386, 2014.

- KNOX, R. V.; STEWART, K. R.; FLOWERS, W. L., *et al.* Design and biological effects of a vaginally administered gel containing the GnRH agonist, triptorelin, for synchronizing ovulation in swine. **Theriogenology**, 2017b.
- RODRIGUES, L. F. **Investigation of single, fixed-time artificial insemination in sows and gilts**. University of Guelph, Ontario-Canada, Tese (Doutorado), 75p. 2018.
- MARTINAT-BOTTÉ, F.; VENTURI, E.; GUILLOUET, P.; *et al.* Induction and synchronization of ovulations of nulliparous and multiparous sows with an injection of gonadotropin-releasing hormone agonist (Receptal). **Theriogenology**, V.73, p.332-342, 2010.
- ROSTAGNO, M.; JOHNSTON, M.; FRANCISCO, C.; *et al.* The impact of OvuGel on reproductive performance of weaned sows. **In**. Proceedings of the 24th IPVS Congress Ireland, Dublin, p. 378, 2016.
- SOEDE, N.M.; KEMP, B., Expression of oestrus and timing of ovulation in pigs. **J. Reprod. Fertil**, v.52, p.91–103, 1997.
- TAIBL, J. N.; BREEN, S. M.; WEBEL, S. K., *et al.* Induction of ovulation using a GnRH agonist for use with fixed time AI in weaned sows; **In**: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BOAR SEMEN PRESERVATION, 6, Alliston. Abstract. Alliston: University of Guelph 2007.
- ULGUIM, R. R.; FONTANA, D. L.; RAMPI, J. Z.; *et al.* Use of Porcine Luteinizing Hormone at Oestrous Onset in a Protocol for Fixed-Time Artificial Insemination in Gilts. **Reprod Dom Anim**, 2014.
- ULGUIM, R. R.; SBARDELLA, P. E.; PILOTTO, J. J. Inseminação artificial em tempo fixo como ferramenta de manejo para otimizar a produção de suínos, **In**. IX Simpósio Brasil Sul de Suinocultura, Chapecó, SC, Brasil, p.30-38, 2016.